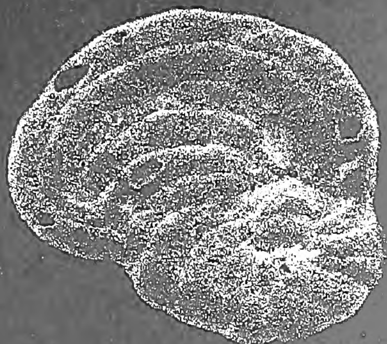
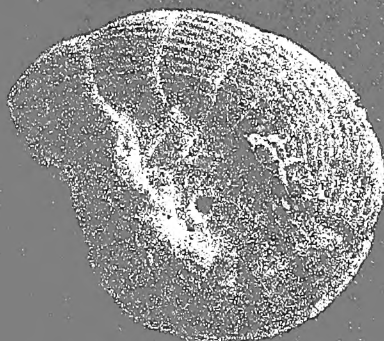
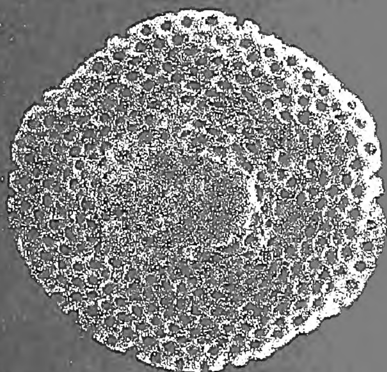
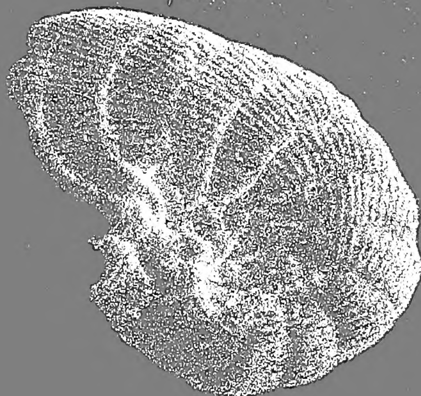
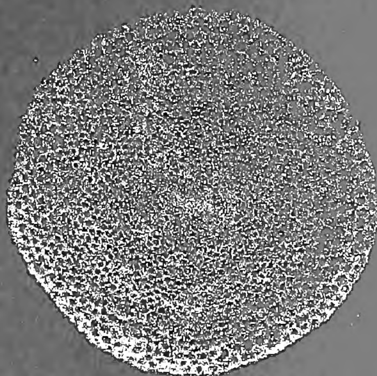
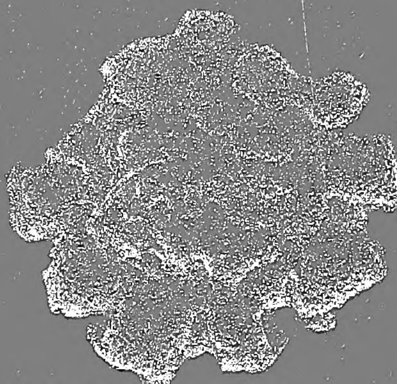
ISSN 0037 - 850X

BOLETIN de la SOCIEDAD de BIOLOGIA de CONCEPCION

BOL. SOC. BIOL. CONCEPCION, TOMO 71, 2000

BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION
ISSN 0037 – 850X (Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile)

"Publicación biológica, no interrumpida, más antigua de Chile".
Auspiciada por la Universidad de Concepción.

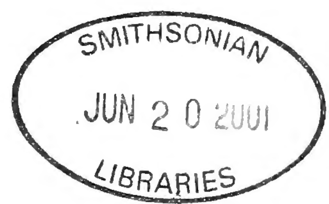
Director responsable: PROF. HUGO I. MOYANO G.
Subdirector: DR. RAMON AHUMADA B.
Representante legal: DR. JUAN CARLOS ORTIZ Z.

Propietario del Boletín: Sociedad de Biología de Concepción.
Domicilio legal: Barrio Universitario, Casilla 4006, Correo 3, Concepción–Chile.

Toda correspondencia y órdenes de suscripción deben dirigirse a: Sociedad de Biología de Concepción, Casilla 4006, Correo 3, Concepción, Chile.

Correspondence and suscription orders should be addressed to: Sociedad de Biología de Concepción, Casilla 4006, Correo 3, Concepción, Chile.

Price per volume: US$ 25.0, air mail delivery included.


SMITHSONIAN
JUN 2 0 2001
LIBRARIES

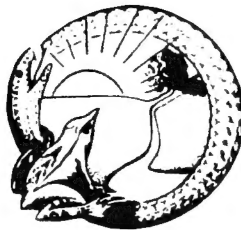
BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD DE BIOLOGIA

DE

CONCEPCION



TOMO 71

CONCEPCION

2000

BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION - (CHILE)
ISSN 0037 - 850X

Organo oficial de las Sociedades de Biología y Bioquímica de Concepción

Publicación auspiciada por la Universidad de Concepción

TOMO 71 AÑO 2000

CONTENIDO

DEFICIT DE OXIGENO HIPOLIMNETICO EN EL LAGO LA REDONDA, VIII REGION, CHILE

Hypolimnetic oxygen deficit in La Redonda Lake, VIII Region Chile

VICTOR DELLAROSSA, CARLA ALVEAR, RAFAELA RETAMAL & TANIA TOBAR

RESUMEN

El lago La Redonda forma parte de un sistema de lagos ubicados al Norte del río Bío Bío en el radio urbano y suburbano de la ciudad de Concepción. Es un lago monomíctico cálido y presenta estratificación térmica estival. Alterna un hipolimnio aeróbico en el período de mezcla con un hipolimnio parcialmente anaeróbico cuando está estratificado. Mediante una serie de perfiles de oxígeno realizados entre julio y diciembre de 1995, se estimó el consumo de oxígeno hipolimnético a medida que se desarrollaba en el lago un metalimnio, entre 5 y 7 metros de profundidad, delimitando un epilimnio, entre 1 y 5 metros, y un hipolimnio entre 7-18 metros de profundidad. El déficit de oxígeno por unidad de área hipolimnética (DOAH) fue de 0,06 $mgO_2\,cm^{-2}\,d^{-1}$, valor que lo ubica en el rango de eutrófico. Se calcularon los principales parámetros morfométricos del lago y se realizaron estimaciones de contenido de calor, trabajo del viento y cálculo de estabilidad para el período de muestreo.

ABSTRACT

Lake La Redonda as part of a system of lakes is located North of the Bío Bío river within the urban area of the city of Conception. It is a warm monomictic lake and presents thermal stratification during summer. The hypolimnion alternates between periods of aerobiosis and partiall anaerobiosis, the latter asociated with the stratification of the water column. A time series of oxygen profiles obtained between July and December 1995 was used to estimate the oxygen consumption of the hypolimnion located between 7 and 18 m depth. The areal hypolimnetic oxygen deficit (AHOD) was 0,06 mg $O_2\,cm^{-2}\,d^{-1}$, values that determines its eutrophic condition. The main morphometric parameters, the heat content, the works of wind and the stability for the study period are also given.

KEYWORDS: Hypolimnetic oxygen, morphometric parameters, urban lake.

INTRODUCCION

La zona trofogénica de un lago produce materia orgánica (MO) y oxígeno. Parte de la MO se descompone en los estratos más profundos generando un consumo neto de oxígeno en el hipolimnio. Cuando un lago se estratifica, la presencia de termoclina impide la oxigenación del hipolimnio y las concentraciones de oxígeno disminuyen rápidamente en los estratos más profundos. Como el metabolismo del hipolimnio depende del suministro de MO desde la zona trofogénica, el déficit de oxígeno por unidad de área hipolimnética (DOAH) se puede considerar como un índice de la productividad de un lago (Hutchinson,1957).

El lago La Redonda (36°50' S;73° 02' 40" W) es el más profundo (18 m) del sistema de lagos urbanos ubicados al norte del río Bío Bío en la ciudad de Concepción. En el transcurso de un ciclo anual alterna un hipolimnio aeróbico durante el período de mezcla invernal, con un hipolimnio parcialmente anóxico durante el período de estratificación térmica (Rozas, 1981). La estimación de la

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. U. de Concepción. Casilla 160-C, Concepción.

productividad por DOAH es especialmente útil en lagos de poca profundidad (Hutchinson, 1957) al aportar información acerca del estado trófico general de un lago (Wetzel, 1981). Para estimar la productividad de un lago por DOAH se necesita conocer en detalle la morfometría de la cubeta. El presente trabajo completa los antecedentes morfométricos parciales existentes (Ramírez, 1966; Rozas, 1981), los que se utilizan para calcular en el período de estudio, el calor almacenado por la cubeta, la estabilidad y el trabajo del viento.

El objetivo del trabajo es estimar los cambios que experimenta la columna de agua en sus características físicas, entre la condición de homotermia invernal y de estratificación estival, para estimar el grado trófico del lago la Redonda a través del déficit de oxígeno por unidad de área hipolimética en base a la carta batimétrica. Esta información puede apoyar futuras decisiones de manejo de este importante recurso regional donde ocasionalmente han ocurrido mortandades de peces (Parra *et al.*, 1986).

MATERIALES Y METODOS

Antecedentes generales

La región de Concepción tiene un clima con 4 meses húmedos donde se concentra el 75% de las precipitaciones las que alcanzan alrededor de 1200 mm, la amplitud térmica es moderada 8,9ºC y la temperatura media anual de 13ºC. La radiación global es superior a 120 kcal m^{-2} y 2500 horas de sol al año. En invierno el viento dominante es norte y en verano, sur, suroeste (Devynick, 1970). El lago está ubicado en el radio urbano de la ciudad de Concepción, en una rinconada limitada por el sur y el oeste, por el cerro Chepe (Ramírez, 1966) y tiene una orientación norte, nor-oeste (Rozas, 1981). En la presente contribución se sigue a Biro (1974) en la clasificación de los cuerpos acuáticos de la región de Concepción y no se conserva el nombre vernacular de "laguna", que se acostumbra emplear en Chile para designar lagos de pequeñas dimensiones, para evitar posterior confusión en la categorización internacional de las aguas epicontinentales.

La carta Batimétrica se levantó a escala 1:1300. Para la batimetría del lago se utilizó un ecosonda Kaijo Denki, con inscriptor de profundidad. Se realizó un total de 8 transectas. La primera en sentido norte sur, la segunda este-oeste y las siguientes considerando puntos intermedios de orientación. La forma subcircular del lago y sus pequeñas dimensiones facilitaron el empleo de esta metodología (Fig.1). Para estimar los principales parámetros morfométricos se siguió la metodología de Hutchinson (1957).

Las muestras para las determinaciones de oxígeno se extrajeron con botella Ruttner en una estación ubicada en el centro del lago, se realizaron duplicados de cada profundidad y la cuantificación del oxígeno se hizo con la técnica de Winckler (Wetzel & Likens, 1979). Las temperaturas se registraron metro a metro utilizando el termómetro incluido en la botella de muestreo. El balance calórico, cálculo de estabilidad y trabajo del viento se estimó según Cole (1988) y Wetzel & Likens (1979).

RESULTADOS

Parámetros Morfométricos

El lago la Redonda (Fig.1) tiene forma subcircular como lo indica el desarrollo de la línea de costa con un valor cercano a la unidad. En la Tabla I se indican los distintos parámetros morfométricos calculados a partir de la carta batimétrica. El volumen del lago fue de 310.700 m^3, la cubeta es alimentada principalmente por mantos freáticos que en la región de Concepción presentan un plano superior saturado y muy cercano a la superficie. El área del espejo de agua fue de 31.125 m^2, la cual es muy grande en relación al área de drenaje que sólo se extiende a las pendientes del cerro Chepe.

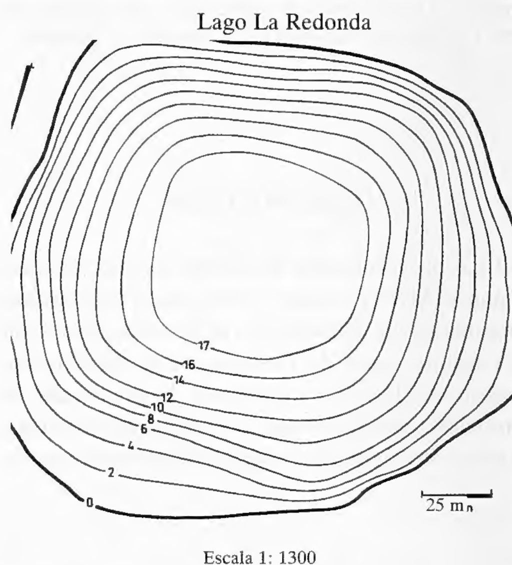


FIGURA 1. Carta batimétrica del lago La Redonda.

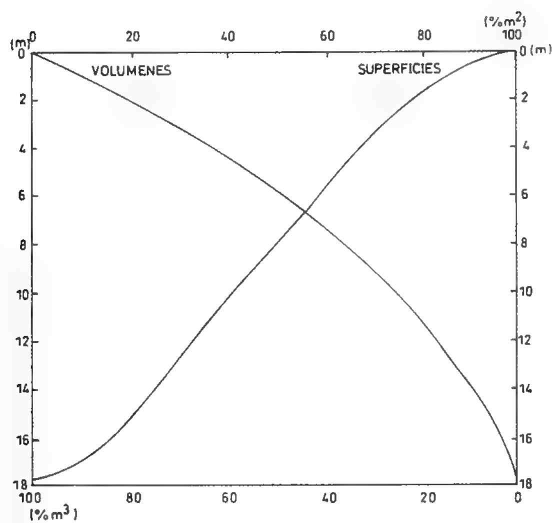


FIGURA 2. Distribución porcentual del área y del volumen de los diferentes estratos del lago en relación con la profundidad.

Tabla I. Parámetros morfométricos del lago la Redonda.

Ubicación geográfica	36°50' S; 73° 02' 40" W
Longitud máxima (l_m)	220 m
Ancho máximo (b_m)	210 m
Ancho medio (b)	146 m
Longitud de la línea de costa (L)	645 m
Desarrollo de la línea de costa(DL)	1.045
Profundidad máxima (z_m)	17.75 m
Profundidad media (z)	9.96 m
Area (A)	31.125 m²
Volumen (V)	310.700 m³

Superficie por isóbatas (m)	(m²)	Volumen entre isóbatas (m)	(m³)
0	31.125,0	0–2	58.324,1
2	27.242,2	2–4	51.311,7
4	24.101,6	4–6	45.385,5
6	21.312,5	6–8	40.083,1
8	18.796,9	8–10	34.735,3
10	15.976,6	10–12	29.087,2
12	13.156,3	12–14	23.533,2
14	10.429,7	14–16	17.932,1
16	7.578,1	16–17	6.370,2
17	5.234,4	17–17,75	3.925,8

Temperatura

Los perfiles de temperatura (Fig.3) mostraron una condición de homotermia en los meses de julio y agosto; las temperaturas más bajas de la columna de agua se presentaron en agosto. En septiembre la temperatura alcanzó rápidamente los 15°C en los primeros 4 metros, disminuyendo a 12°, a los 12 metros de profundidad. En octubre, el lago aumentó la temperatura en los estratos superficiales desarrollándose una termoclina entre 7 y 10 metros de profundidad.En noviembre se definió un epilimnio hasta los 5 metros con temperaturas entre 18 y 20 °C, un metalimnio entre 5 y 7 metros con un gradiente de 4°C por metro y un hipolimnio homotérmico en torno a 10°C.

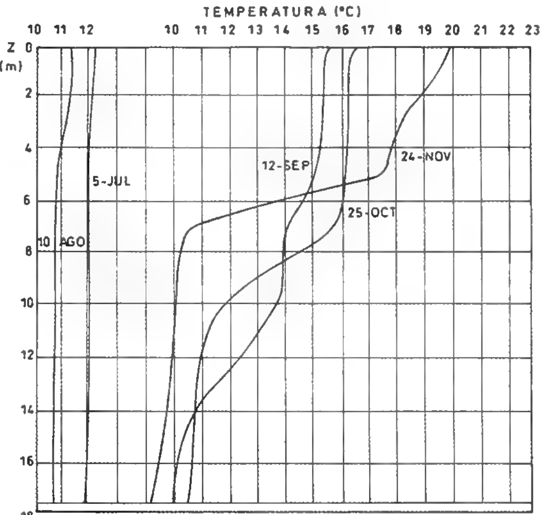


FIGURA 3. Perfiles verticales de temperatura entre agosto y noviembre de 1995.

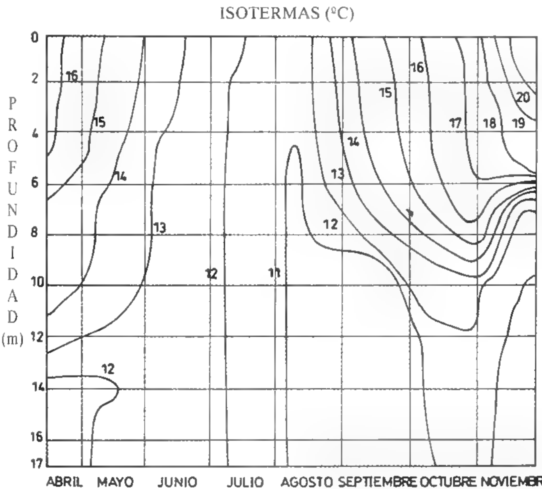


FIGURA 4. Distribución cronológica de las isotermas en el lago La Redonda.

La isotermas (Fig.4) indican que durante el período invernal la condición de homotermia se mantiene hasta el mes de agosto, bajo estas condiciones la acción del viento produce la oxigenación del lago. A partir de septiembre la estratificación

avanzó y las isotermas de 15 a 20ºC se hicieron cada vez más superficiales. Las isotermas de 18 a 20ºC se presentaron sólo a partir de noviembre y se mantienen en la estación estival.

Calor

Las isópletas de flujos de energía se representan en la Fig.5. Para obtener los flujos medios diarios de calor en cal cm^{-2} $día^{-1}$, se sustrajo a los contenidos de calor calculados bajo cada isóbata el del muestreo precedente, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido entre muestreos sucesivos.

Los flujos negativos de calor, muestran que en estos lapsos el lago se enfria y el calor pasa desde la columna de agua a la atmósfera. El enfriamiento fue lento por lo espaciadas de las isópletas en sentido vertical, pero la pérdida de calor afectó toda la columna de agua hasta fines de agosto. A inicios de septiembre se produjo el proceso contrario, el lago almacenó calor en forma rápida y por acción del viento alcanzó los estratos más profundos. En noviembre la ganancia de calor se redujo a los estratos superficiales y bajo la isóbata de 6 metros apareció una celda de enfriamiento.

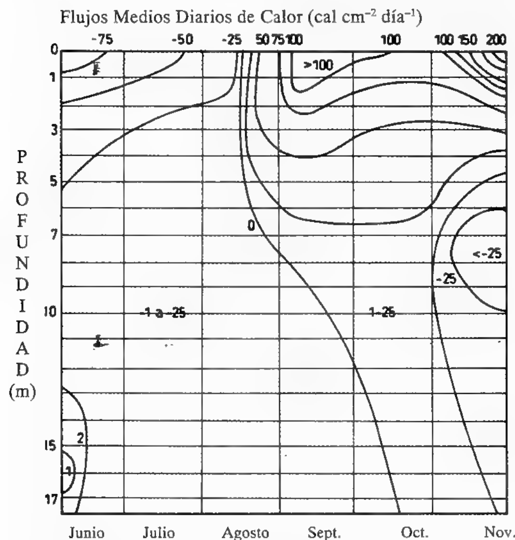


FIGURA 5. Flujos medios diarios de calor (cal cm^{-2} $día^{-1}$) entre junio y noviembre de 1995

El máximo contenido de calor almacenado en el período estudiado fue de 15.134 cal cm^{-2}, el mínimo se presentó en agosto con 11.019 cal cm^{-2}, por tanto, el balance térmico entre agosto y noviembre fue de 4125 cal cm^{-2}. La estabilidad (S) del lago en noviembre, cuando presentó el máximo contenido de calor, fue de 180 g-cm cm^{-2} y el trabajo del viento (B) necesario para distribuir el calor en ese período de 174 g-cm cm^{-2}.

Oxígeno

Los perfiles de oxígeno (Fig. 6) muestran que en el mes de agosto las concentraciones de oxígeno sólo experimentaron leves variaciones con la profundidad y toda la columna del lago se encontraba saturada. A partir de septiembre y octubre la concentración del oxígeno en el hipolimnio se fue reduciendo y subsaturando a medida que avanzó la estratificación. Los perfiles son clinógrados y una marcada oxiclina se presentó entre 5 y 9 metros de profundidad. En noviembre la oxiclina fue más superficial y se ubicó entre los 5 y 7 metros. Las concentraciones de oxígeno en el hipolimnio disminuyeron gradualmente y los estratos más profundos empezaron a ser anaeróbicos.

La pérdida de oxígeno del hipolimnio es producto de la oxidación de la materia orgánica en el agua. En la interfase agua-sedimentos alcanzó una mayor magnitud por la acumulación de materia orgánica e intensa descomposición bacteriana.

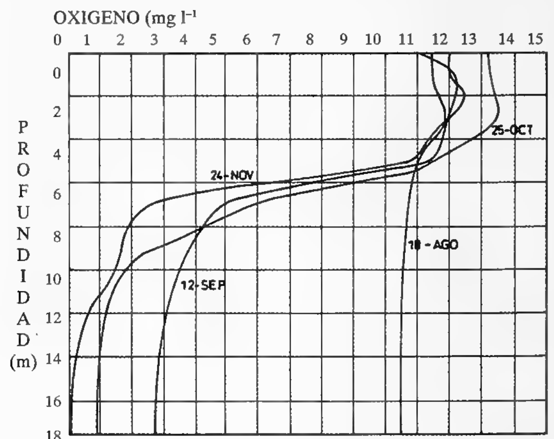


FIGURA 6. Perfiles verticales de oxígeno disuelto (mg l^{-1}) entre agosto y noviembre de 1995.

Déficit de oxígeno del área hipolimnética

El DOAH, en forma simple, indica la relación entre el metabolismo existente entre la zona trofogénica, que es el estrato superficial del lago en que existe producción fotosintética, y la zona

trofolítica, que es el estrato profundo inferior, por tanto afótico y en el que se produce la descomposición bacteriana de la materia orgánica. De esta manera, la cantidad de materia orgánica sintetizada en la zona trofogénica que penetra y se descompone en la zona trofolítica se refleja en la tasa de utilización del oxígeno hipolimnético y proporciona una estimación indirecta de la productividad del lago.

Las curvas hipsográficas (Fig. 2) y los perfiles térmicos del lago (Fig. 3) muestran que el límite superior del hipolimnio fue la isóbata de 7 metros, por tanto el área hipolimnética (A_h) correspondió a una superficie de 20.055 m^2 y el volumen hipolimético (V_h) fue de 155.685 m^3. Al realizar el cuociente entre estos valores (V_h/A_h) se estimó que la profundidad media del hipolimnio (z_h) era de 7,76 m.

La cantidad de oxígeno que desapareció en el hipolimnio no sólo aumentó con la profundidad sino que se fue produciendo un agotamiento creciente conforme avanzaba el período de estratificación (Tabla II). En agosto, cuando la columna de agua estaba térmicamente homogénea aproximadamente un 50% del oxígeno del lago se encontraba bajo la isóbata de 7 metros de profundidad. En septiembre, con el inicio de la estratificación se había consumido la mitad, disminuyendo a 20,5 y 12,8% en los meses de octubre y noviembre.

Entre agosto y noviembre, en un lapso de 105 días, se consumieron en el hipolimnio un total de 1405 kg de oxígeno. Si el cálculo se realiza entre muestreos, la mayor tasa de utilización se presentó entre septiembre y agosto (0,147 mg O_2 cm^{-2} $día^{-1}$.) y luego declinó en el tiempo siendo en octubre y noviembre de 0,077 y 0,061 mg O_2 cm^{-2} $día^{-1}$, respectivamente (Tabla II).

TABLA II. Contenido de oxígeno en el lago La Redonda respecto al límite inferior del metalimnio. Déficit de oxígeno por unidad de área hipolimnética (DOAH), contenido de calor (H) y temperatura media (T_m) de la columna de agua.

ESTRATOS	10.08.95	05.09.95	30.10.95	22.11.95
Epi+metalimnio (ton O_2)	1,653 (51%)	1,970 (74,4%)	1,817 (74,5%)	1,659 (87,2%)
Bajo metalimnio (ton O_2)	1,649 (49%)	0,678 (25,6%)	0,469 (20,5%)	0,244 (12,8%)
DOAH (mg O_2 cm^{-2} $día^{-1}$)		0,147	0,077	0,061
Tm (ºC)	10,90	11,22	15,12	15,04
H (cal cm^{-2})	11,019	12,320	15,240	15,134

DISCUSION

El origen del lago aún es incierto, se asumía un origen fluvial, por una onda de meandro del río Bío Bío. Tal origen se debería reflejar en la batimetría porque ubicaría la cornisa de erosión en el sector oeste bordeando el cerro Chepe, allí se debería encontrar la profundidad máxima y en el sector opuesto, que correspondería al lóbulo del meandro, las profundidades menores. La carta batimetrica (Fig. 1) no lo corrobora, el lago presenta un fondo parejo con pendientes similares en toda la cubeta (Fig. 2). La cubeta constituye una criptodepresión con una profundidad aproximada de 3,5 m (Rozas, 1981) por lo tanto, pareciera más coherente con la carta batimétrica la posibilidad de un origen tectónico.

El lago es monomíctico cálido con un período de circulación invernal y un período de estratificación estival de acuerdo a la clasificación de Hutchinson (1957). En invierno el lago es homotermo, la mezcla de la columna de agua es total por la acción de los fuertes vientos norte y noroeste que predominan en esa época del año en la región (Saavedra, 1980; 1985).

La ganancia de calor se reduce a los estratos del epilimnio. El balance calórico entre agosto y noviembre es de 4115 cal cm^{-2}, valor menor al calor almacenado (10.500 cal cm^{-2}) por el lago Grande de San Pedro (Castro, 1999), aunque ambos están separados sólo por un par de kilómetros. Esto se explica porque en zonas templadas el balance térmico de un lago está correlacionado con la profundidad media, el área y el volumen (Gorham, 1964).

En el muestreo de noviembre (Fig. 6) existe en los estratos profundos, flujos negativos de calor que podrían ser explicados por entrada de aguas freáticas, lo que se podría demostrar con estudios más detallados del balance calórico anual. La estabilidad (180 g-cm cm^{-2}) y trabajo del viento (174 g-cm cm^{-2}) también son bajos comparados con otros lagos de la zona (Castro, 1999), pero similares a lagos que presentan una morfometría y profundidades parecidas (Cole, 1988).

El paso del hipolimnio desde una condición aeróbica en julio y agosto a otra anaeróbica en noviembre implica el consumo de 1400 kg de oxígeno en un volumen de agua de 155.685 m^3 (Tabla II). La tasa de consumo de oxígeno hipolimnético es de 0,06 mg O_2 cm^{-2} $día^{-1}$, entre agosto y noviembre, valor que de acuerdo a Cole (1988) ubica el lago La Redonda como eutrófico; a una similar condición de trofía se llega según Hutchinson (1957) y según Wetzel (1981). El cálculo de las tasas de DOAH es importante porque ha mostrado una correlación positiva con las concentraciones de fósforo y la productividad de aguas abiertas y una correlación inversa con las profundidades medias del disco de Secchi (Cornett & Rigler, 1980).

En el lago La Redonda se producen ocasionalmente mortandes masivas de peces (Parra *et al.*, 1986). Si se considera que las tasas de consumo de oxígeno hipolimético son más intensas al inicio de la estratificación (Tabla II) ello indicaría que en forma muy rápida aproximadamente la mitad del volumen del lago podría resultar inabitable para algunas especie y podría provocar su muerte. El cambio es importante porque el metabolismo bacteriano pasa de aeróbico a anaeróbico con una notable reducción en la eficiencia de descomposición de la materia orgánica El metano resultante de la fermentación anaeróbica en los sedimentos escapa y asciende a estratos como el metalimnio, donde a causa de la mayor temperatura del agua y de una mayor concentración de oxígeno, se puede producir su oxidación a gran velocidad y en pocos días aparecer graves reducciones en la concentración del oxígeno metalimnético y también en estratos más superficiales (Wetzel, 1981).

Por otra parte, la aparición en la última década de *Egeria densa* Planchon en la zona litoral del lago es importante porque alcanzó hasta la isóbata de 5 metros con densidades promedios de 0,70 ± 0,25 kg (p.s.) m^{-2}. Durante la estación estival la fotosíntesis activa de esta macrófita y de las algas sésiles que crecen adheridas a los tallos produce grandes cantidades de oxígeno y sobresaturación del agua. El exceso de gases, incluyendo el oxígeno, puede crear problemas en el manejo de pesquerías, la condiciones letales se pueden alcanzar cuando los peces han estado expuestos, durante algunas horas, a presiones totales de gas disuelto superiores a 115% (Cole, 1988). Además, por la abundancia de macrófitas el contenido de oxígeno de la zona litoral también puede experimentar marcadas reducciones. Esto ocurre cuando al final de la estación de crecimiento los plantas acuáticas envejecen y mueren. La intensa descomposición puede provocar déficits de oxígeno que se puede extender desde la zona litoral hacia el interior del lago cuando las temperaturas son elevadas. Dados los antecedentes expuestos, son muy diversos los episodios que podrían explicar mortandades masivas de peces en el lago La Redonda.

Las estimaciones de DOAH indican que el lago la Redonda es un lago eutrófico que desarrolla un hipolimnio parcialmente anaeróbico durante la estación estival. Las características que presenta el lago en la actualidad, no se pueden resolver en forma independiente de lo que sucede en su entorno. El intenso proceso de eutrofización experimentado en las últimas décadas permiten sugerir que en futuras decisiones de manejo debería primar una concepción sistémica del recurso.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento recibido para esta investigación de los proyectos FONDECYT 1951134 y 9111102-1 de la Dirección de Investigación, Universidad de Concepción.

BIBLIOGRAFIA

Biro, I. 1974. Apuntes de Geología. Depto de Geología, Universidad de Concepción, 153 pp.

Castro, N. 1999. Estructura térmica y balance calórico en el lago Grande de San Pedro. Seminario de título para optar al grado de Licenciado en Educación, Depto. Botánica, Universidad de Concepción,

Cole, G. 1988. Manual de Limnología. Ed.Hemisferio Sur S.A., B. Aires. Argentina. 405 pp.

Cornett, R. J. & F. H. Rigler. 1980. The areal hypolimnetic oxygen deficit an empirical test of the model. Limnol. Oceanogr. 25:672-679

Devynick, J. 1970. Contribución al estudio de la circulación atmósferica en Chile y el clima de la región del Bío Bío. Informe interno, Depto. de Geofísica, Universidad. de Concepción.

Gorham, E. 1964. Morphometric control of annual heat budges in temperate lakes. Limnol. Oceanogr. 9: 512: 529

Hutchinson, E. 1957. A treatise on Limnology. 1.- Geography, Physisc and Chemistry. J. Wiley & Sons. 1015 pp.

Parra, O., D.Aviles, J. Becerra, V. Dellarossa & R. Montoya. 1986. First toxic blue-green algal bloom recorder for Chile: a preliminary report. Gayana Bot. 43 (1-4): 15-17

Ramírez, A. 1966. Estudio limnológico en las lagunas Redonda y Lo Méndez, Provincia de Concepción, Chile. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología, Depto. Botánica, Universidad de Concepción. 86 pp.

Rozas, M. 1981. Antecedentes de una población de *Peridinium willei* Huitfeld-Kaas durante el invierno de 1981 en laguna Redonda, Concepción, Chile. Memoria para optar al grado de Licenciado en Biología, Depto. Botánica, Universidad de Concepción. 50 pp.

Saavedra, N. 1980. La presión y la dirección del viento en Concepción. Tralka, 1(2):155-162

Saavedra, N. 1985. Modelo climático simple para Concepción. Geoacta, 13:13-26

Wetzel, R. 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. España, 679 pp.

Wetzel, R & J. Likens, 1979. Limnogical Analyses. W.B. Saunders C., London, 357 pp.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 15-22, 2000

ESTRUCTURA TERMICA DEL LAGO GRANDE DE SAN PEDRO, VIII REGION, CHILE

Thermal structure of Lake Grande de San Pedro, VIII Region, Chile

VICTOR DELLAROSSA* Y MIGUEL VILLARROEL*

RESUMEN

Se estudió la estructura témica y el balance calórico anual del lago Grande de San Pedro. El lago es del tipo polimíctico y presenta una débil estratificación térmica en verano. El balance calórico anual fue de 10.025 cal cm^{-2}, con un máximo de 18.773 cal cm^{-2} en el mes de enero de 1990 y un mínimo de 8.267 cal cm^{-2} en el mes de agosto de 1989. El trabajo del viento fue de 748,5 g cm cm^{-2} y la estabilidad sólo alcanzó valores de 86,6 g cm cm^{-2}.

Se establecieron los principales parámetros morfométricos del lago: longitud máxima (lm) 2,650 m; ancho máximo (bm) 1,375 m; ancho medio (b) 585 m; profundidad máxima (zm)13,5 m; línea de costa (L) 9.500 m; área (A) 1.557.250 m^2; desarrollo de la línea de costa (DL) 2,1; profundidad media (z) 8,3 y el volumen (V)12.890.000 m^3. Se construyeron las curvas superficie-profundidad y volumen-profundidad.

La temperatura media mensual del lago en un ciclo anual está relacionada significativamente con la posición de los lugares de presión media mensual máxima (*lpm*), relativos a Concepción (r=0,99, P<0,001), con la temperatura media mensual del ambiente (r=0,98, P<0,001) y con la radiación incidente (r=0,85, P<0,001); estas variables climáticas también tienen un comportamiento *lpm*. La temperatura media de la columna de agua asi como los períodos de ganacia y pérdida de calor en el lago Grande de San Pedro pueden ser explicado por el modelo climático propuesto por Saavedra (1985) para la Región de Concepción.

ABSTRACT

The thermal structure of Lake Grande de San Pedro (36º 51'S; 73º 06' 50"W) as well as its annual heat budget was studied. The lake is polymictic and shows a weak stratification during summer. The annual heat budget was 10.025 cal cm^{-2}, with a maximum of 18.773 cal cm^{-2} (January, 1990) and a minimum of 8.267 cal cm^{-2} (August, 1989).

The wind stress was 748.5 g cm cm^2 and the stability was only 86.6 g cm cm^{-2}.

The following morphometric parameteres were established: maximum length (lm) 2.650 m; maximum breadth (bm) 1.375 m; mean breadth (b) 585 m; maximum depth (z_m)13,5 m; shore line (L) 9.500 m; area (A) 1.557.250 m^2; development of shore line (DL) 2,1; mean depth (z) 8,3 m and volume (V) 12.890.000 m^3.The hypsometric curve was also made.

The monthly mean temperature of the lake was shown to be positively correlated (r=0,99; P<0,001) with the location of maximum monthly mean pressure (*lpm*) relative to the city of Concepción, with the monthly mean atmosferic temperature (r=0,98; P<0,001) and with the incident radiation (r=0,85; P<0,001). Thus, the mean monthly temperature oh the water column and the monthly heat content of the lake can be explained with the climatic model of Saavedra (1985) for the Concepción region.

KEYWORDS: *lpm*, morphometric parameters, annual heat budget, limnology.

INTRODUCCION

Las características físicas de la columna de agua de un lago son determinadas por los intercambios de energía térmica y mecánica que tienen lugar entre el lago y el ambiente, siendo las principales fuentes de energía la radiación solar y el viento. La variaciones mensuales de la temperatura en un ciclo anual influyen en las características físicas y químicas de un lago, y constituyen a la vez un importante factor de regulación de los procesos biológicos que acurren en el seno de un cuerpo de agua. Por otra parte, en lagos de zonas templadas el balance térmico anual está muy correlacionado

*Departamento Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas Casilla 160-C, Concepción, Chile. E-mail: videllar@ udec.cl

con la profundidad media, el área y el volumen, aumentando con las dimensiones de la masa de agua (Gorham, 1964). En consecuencia, tanto el marco climático en que un lago se encuentra por latitud, como sus características morfométricas, interaccionan para determinar los rasgos físicos (temperatura media mensual, temperatura máxima y mínima de la columna de agua, balance calórico anual) propios de cada lago en el curso de un ciclo anual.

Saavedra (1985a) ha demostrado que existe una correspondencia cualitativa, especialmente importante para la Región de Concepción (36º 45'S) por su ubicación latitudinal, entre la posición y desplazamiento del *lpm* o lugar en Chile en que la presión media mensual es máxima y la distribución anual de los valores medios mensuales de gran parte de las variables meteorológicas o variables climáticas (frecuencia y dirección de los vientos dominantes, presión, radiación global, insolación, nubosidad y frecuencia de precipitaciones). Por lo tanto en el clima de Chile Central juegan un rol fundamental las evoluciones en la latitud del *lpm* y de la presión en el *lpm* (Saavedra, 1980, 1983, 1985a,1985b 1992; Saavedra & Foppiano, 1992a,1992b). La única variable en intensidad que es *lpm* es la radiación solar (Saavedra, 1985a) y dado que en un lago, prácticamente, la totalidad de la energía que dirige y controla el metabolismo de la columna de agua deriva directamente de la energía solar, en este trabajo se plantea como hipótesis que el comportamiento térmico del lago Grande San Pedro en un ciclo anual puede ser explicado por el modelo climático propuesto por Saavedra (1985) para Concepción.

MATERIALES Y METODOS

Se estableció una estación de muestreo en el área de máxima profundidad del lago Grande de San Pedro (36°51' S ; 73° 06' 30" W). En el ciclo anual de muestreo se realizaron 34 perfiles térmicos entre Junio 1989 y julio de 1990. Para la obtención de las muestras se utilizó una botella Ruttner con termómetro incluído. La temperatura de la columna se registró metro a metro desde una embarcación anclada en el centro del lago.

La carta Batimétrica del lago Grande de San Pedro (Fig. 1) se levantó a escala 1:5000. Se utilizaron 25 transectas uniendo ambas orillas del lago mediante un perlón con marcas de colores cada 10 metros en la zona litoral y cada 25 metros en aguas abiertas, luego cada trasecta se recorrió con un ecosonda Kaijo Denki.

En la presente contribución se sigue a Biro (1974) en la clasificación de los cuerpos acuáticos de la región de Concepción y no se conserva el nombre vernacular de "laguna", para evitar posterior confusión en la categorización internacional de las aguas epicontinentales.

Balance calórico (Θ). El balance calórico se refiere al calor absorbido por un cuerpo de agua durante cierto período. El balance de mayor importancia es el balance calórico anual (Θ_a) y se expresa por unidad de área superficial (Θ_{ab}); según Cole (1988) es la cantidad de calor que ingresa a un lago partiendo de la temperatura media inferior anual, hasta su temperatura media superior anual. Para realizar estos balances es necesario conocer la morfometría del lago y en especial las curvas área-profundidad y volumen-profundidad. Los volúmenes entre isóbatas deben ser conocidos porque el contenido de calor en calorías, es la sumatoria de los contenidos de calor de todos los estratos de 1 m de espesor. En estos cálculos se asume que 1 gramo de agua ocupa un volumen de 1 cm^3 o de 1 ml y su contenido calórico es mililitros x grados Celsius.

Se estimó muestreo a muestreo a partir de la fórmula:

$$\Theta_{ab} = \int_{Z_0}^{Z_{máx}} t_z A_z \delta_z$$

Θ = contenido de calor de una masa de agua en calorías.

z_o = isóbata de 0 metros o espejo de agua.

$z_{máx}$ = profundidad máxima del depósito.

A_z = área a profundidad z.

t_z = temperatura a la profundidad z (valor promedio para el estrato de agua).

Estabilidad (S). El concepto de estabilidad es introducido por Schmidt (1928) y simplemente es la cantidad de trabajo que se requeriría para mezclar la columna de agua a una densidad uniforme sin agregar ni sustraer calor en el proceso. Si la densidad es uniforme la estabilidad es cero, no se necesita trabajo para promover la uniformidad. La estabilidad aumenta a medida que desciende el centro de gravedad (z_g). La estabilidad se estimó según Cole (1988) mediante la fórmula:

$$S = 1/A_o \int_{Z_o}^{Z_{máx}} (z-z_\rho)(\rho_z-\rho)\, A_z\, \delta z$$

z_o = profundidad de 0 m.
z_ρ = profundidad en cm a la cual se encuentra la profundidad media
z_o = isóbata de 0 metros o espejo de agua.
$z_{máx}$ = profundidad máxima del depósito.
A_o = área del espejo de agua
A_z = área a profundidad z
ρ_z = densidad a la profundidad z (valor promedio para el estrato de agua).
ρ = densidad media

Trabajo del viento (B). Birge (1916) desarrolló el concepto de trabajo del viento y refleja la presión que es necesario ejercer para establecer la estratificación. Se calculó a partir de:

$$B = 1/A_o \int_{Z_o}^{Z_{máx}} \rho_i-\rho_z)\, z\, A_z\, dz$$

A_o = área del espejo de agua.
$z_{máx}$ = profundidad máxima del depósito.
z_o = profundidad de 0 m.
A_z = área a profundidad z.

ρ_i = densidad inicial, constante en todas las profundidades.
ρ_z = densidad observada a la profundidad z.

Para obtener el intercambio energético de la columna de agua en el tiempo y en el espacio, se estimó el contenido de calor en cada nivel de profundidad y se sustrajo el contenido de calor que correspondió al muestreo previo, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido entre muestreos. De esta forma se obtuvo el flujo medio diario de energía que atravezó niveles de profundidad sucesivos y los valores se expresan cal cm^{-2} $día^{-1}$.

RESULTADOS

Parámetros Morfométricos

Para estimar los principales parámetros morfométricos se siguió la metodología de Hutchinson (1957), éstos se indican en la Tabla I.

La hoya hidrográfica del lago Grande de San Pedro tiene una extensión de 12,5 km^2, mientras que la superficie del espejo de agua es de sólo 1,55 km^2, siendo la razón entre ambas superficie de aproximadamente 1:8. Las curvas hipsográficas del área y el volumen se representan en la Fig. 2.

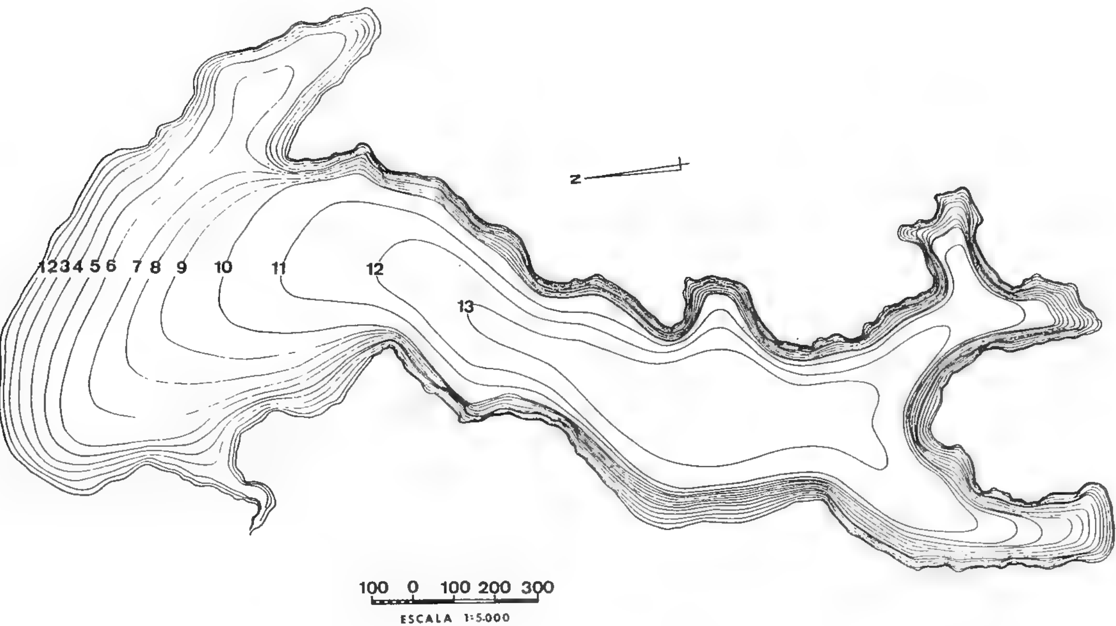


FIGURA 1. Carta batimétrica del lago Grande de San Pedro.

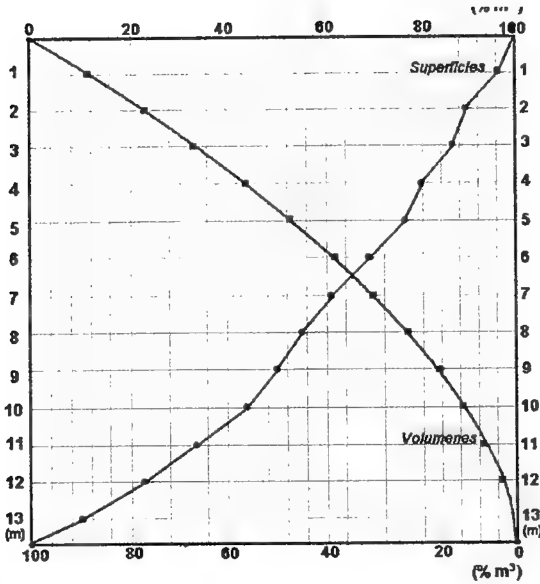


FIGURA 2. Distribución porcentual del área y del volumen de los diferentes estratos del lago en relación a la profundidad.

TABLA I. Parámetros morfométricos del lago Grande de San Pedro.

Ubicación geográfica	36°51' S ; 73° 06'30"' W
Longitud máxima (l_m)	2.650 m
Ancho máximo (b_m)	1.375 m
Ancho medio (b)	585 m
Longitud de la línea de costa (L)	9.500 m
Desarrollo de la línea de costa(DL)	2,1
Profundidad máxima (z_m)	13,5 m
Profundidad media (z)	8,3 m
Area (A)	1.557.250 m²
Volumen (V)	12.890.000 m³

Superficie por isóbatas (m)	(m²)	Volumen entre isóbatas (m)	(m³)
0	1.557.250	0–1	1.526.000
1	1.496.750	1–2	1.426.618
2	1.428.750	2–3	1.390.450
3	1.352.500	3–4	1.294.701
4	1.237.750	4–5	1.216.815
5	1.196.000	5–6	1.139.414
6	1.083.750	6–7	1.021.250
7	960.000	7–8	910.051
8	861.000	8–9	817.710
9	775.500	9–10	730.037
10	685.500	10–11	605.039
11	528.000	11–12	442.797
12	362.750	12–13	260.215
13	169.750	13–13.5	84.875

FIGURA 3. Estructura térmica del lago Grande de San Pedro.

Estructura térmica. La estructura térmica de un ciclo anual en el lago Grande de San Pedro se representa en la Fig. 3. La secuencia de muestreos señala que la distribución vertical de la temperatura presenta una marcada estacionalidad. Las menores temperaturas se presentaron en julio (10ºC) y las mayores entre los meses de enero y febrero (22,8ºC). Entre julio y agosto la columna de agua del lago Grande de San Pedro es homotérmica con temperaturas menores a 12ºC.

En los muestreos de septiembre y octubre la temperatura del agua aumenta en forma progresiva hasta los 17ºC pero se mantiene la condición de homotermia de la columna de agua. A partir de noviembre y hasta mediados de diciembre se desarrolló una débil barrera térmica, la temperatura alcanzó los 21ºC en los primeros 6 metros de profundidad, delimitando un metalimnio entre 6 y 9 metros y un reducido hipolimnio con temperaturas entre 16 y 17ºC. A fines de diciembre, la temperatura de toda la columna de agua sigue aumentando y la barrera térmica se profundiza desapareciendo en los meses de enero y febrero. A partir de febrero empieza a disminuir la temperatura y la columna de agua se mantiene homotérmica.

La estructura térmica del lago Grande de San Pedro mostró un comportamiento cíclico en el que se pueden destacar un período de bajas temperaturas (junio, julio, agosto) y otro de altas de temperaturas (octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero), ambos períodos definen como meses de transición septiembre-octubre y abril-mayo. Prácticamente son los mismos periodos que se utilizan para describir la posición media mensual del *lpm* con la latitud en Chile Central. En el ciclo descrito la transición de altas a bajas temperaturas es más rapida que la situación contraria, situación que también es coincidente con las diferencias que existen entre la velocidad de repliegue del *lpm* hacia el norte y su velocidad de avance hacia el sur.

En la Fig. 4 se representa la distribución cronológica de las isotermas en el lago Grande de San Pedro resumiendo las variaciones de la temperatura en el tiempo y en el espacio. El gráfico de las isotermas ratifica el comportamiento cíclico de la temperatura en la columna de agua, y la importancia de los períodos de transición (septiembre-octubre; abril-mayo). El aumento de la temperatura en los estratos superficiales se desencadena en el mes de agosto y lentamente va alcanzando los estratos más profundos (las isotermas aparecen mas distantes) generando un desfase temporal en profundidad para

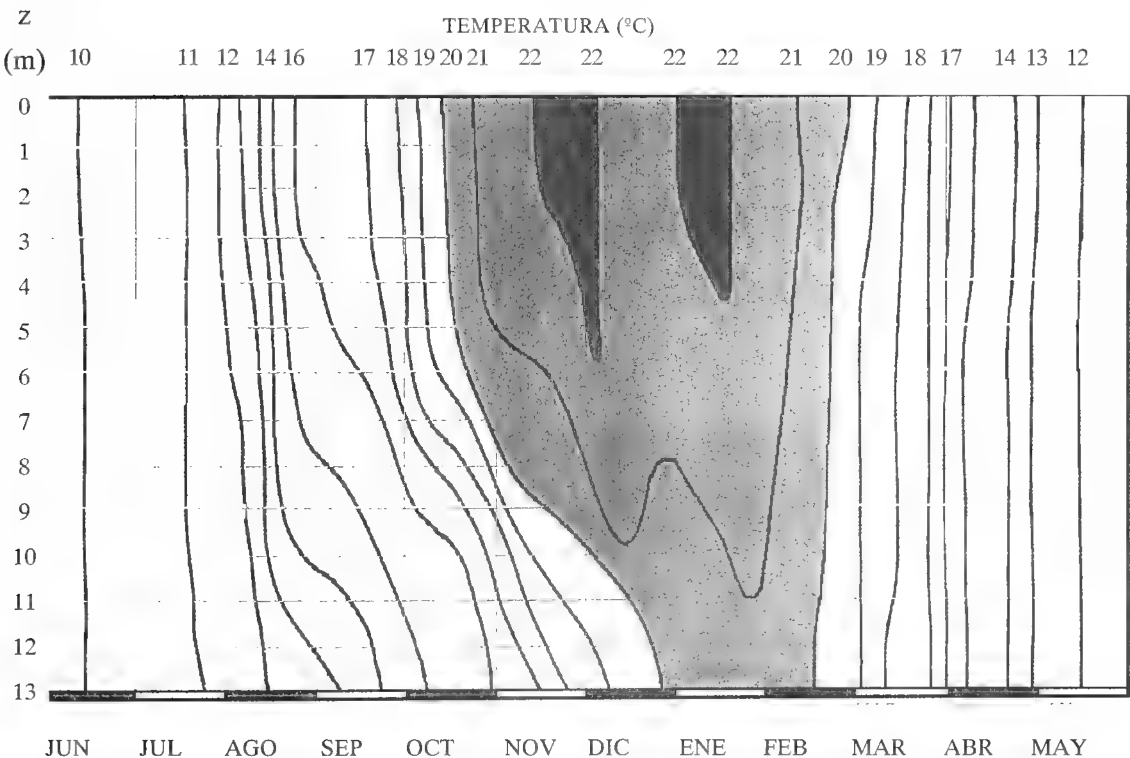


FIGURA 4. Distribución cronológica de las isotermas en el lago Grande San Pedro.

las isotermas de 17, 18, 19 y 20 ºC. En diciembre y enero las capas se vuelven a calentar hasta los 6 metros de profundidad y la acción del viento distribuye el calor a los estratos profundos. En todos los estratos se va produciendo un aumento de la temperatura a partir de agosto. En enero, las variaciones de temperatura en todos los estratos, fueron comparativamente más bajas que entre septiembre y diciembre lo que indica el inicio del período de enfriamiento en el ciclo anual.

Contenido de calor. Los perfiles de temperatura permiten calcular el contenido total de calor de una masa de agua, asi como el cambio de contenido de calor experimentado entre muestreos sucesivos. En la Tabla II se muestra el contenido de calor mensual (Θ), los valores del trabajo de Birge (B) y de estabilidad de Schmidt (S) en el ciclo estudiado. El mínimo contenido de calor se encontró el 12 de julio de 1989 y fue de 8.096 cal cm^{-2} mientras que el máximo fue de 18.121 cal cm^{-2} y se encontró en el muestreo del 6 de enero de 1990, por tanto, el balance térmico anual para el lago Grande de San Pedro es de 10.024 cal cm^{-2}.

La magnitud del trabajo de Birge es muy superior a la estabilidad de Schmidt en el lago Grande de San Pedro. Esta diferencia de energía indica que es mayor el trabajo que se gasta en redistribuir las masas de aguas, que el necesario para romper la débil barrera térmica que se presenta en la columna de agua. B y S no necesariamente deben estar correlacionados porque involucran conceptos diferentes, y el trabajo del viento puede ser realizado en ausencia de estratificación por densidad. En condiciones de homotermia en invierno, por ejemplo, hubo muestreos donde el lago no presenta estabilidad (S=0) pero el trabajo de Birge está siendo ejercido.

Flujos diarios de calor. Los flujos medios diarios están representados cronológicamente en la Fig. 5 mediante isópletas de flujos energéticos generadas de la interpolación de los valores calculados para cada profundidad. Las áreas sombreadas indican períodos de flujo negativo, es decir, zonas que han experimentado enfriamiento y las áreas no sombreadas señalan acumulación de calor.

En el ciclo anual estudiado destacan 5 episodios de ganancia de calor a través del espejo de agua, los más importantes, por simple inspección de la magnitud de los flujos diarios, son los que se producen entre septiembre y noviembre y de menor importancia los que ocurren entre enero y febrero. Intercalados con estos períodos de ganancia de calor hay lapsos breves en que el balance de calor no experimenta cambios.

A partir de enero empiezan los episodios de flujos negativos de calor, ello indica que pasa calor desde la columna de agua a la atmósfera. Esta situación de pérdida de calor es permanente en el tiempo a partir del mes de marzo y no se interrumpe hasta el mes de agosto, salvo pequeñas variaciones en la intensidad de los flujos.

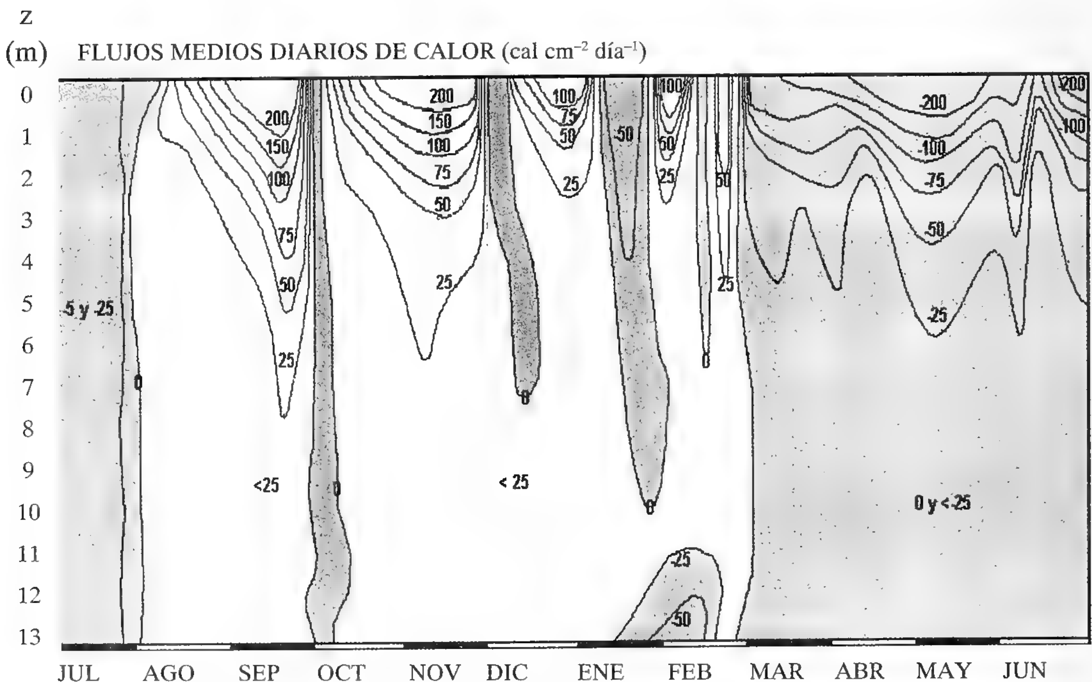


FIGURA 5. Flujos diarios de calor en el lago Grande de San Pedro durante un ciclo anual.

TABLA II .Contenido de calor (Θ), estabilidad (S) trabajo del viento(B) y temperatura media (T_m) de la columna de agua y su relación con radiación y con la posición media mensual del *lpm* relativo a la latitud de Concepción.

	Θ (cal cm^{-2}) x̄ ± d.s	CV(%)	S (g.cm cm^{-2}) x̄ ± d.s	CV(%)	B (g.cm cm^{-2}) x̄ ± d.s	CV(%)	T_m (lago)	Radiación (%) sobre máximo teórico*	Posición *lpm* relativa a Concepción
Julio	8429,6±291	3,5	1,39±1,17	7,3	13,4±5,46	8,8	10,20	43,6	-5
Agosto	9075,2±432	4,8	1,66±0,18	11,2	37,8±23,7	8,8	10,98	44,1	-4
Sept.	11768,6±1095	9,3	28,11±7,49	26,7	184,8±73,0	9,7	14,24	46,0	-1
Octubre	13072,9±437	3,3	36,23±9,45	26,1	248,6±55,0	11,8	15,82	49,0	8
Nov.	15773,8±732	4,6	85,80±16,59	19,3	480,8±61,0	14,2	19,09	50,5	8
Dic.	17141,6±384	2,2	70,68±8,32	11,8	638,0±40,2	16,3	20,75	52,9	9
Enero	17724,5±349	2,0	36,85±23,9	64,9	728,2±21,1	17,1	21,45	57,7	15
Febrero	17819,5±184	1,0	27,51±8,86	32,2	748,5±17,5	16,6	21,57	53,1	15
Marzo	17231,3±571	3,3	15,10±4,62	30,6	693,7±61,8	13,8	20,85	52,1	11
Abril1	5196,5±725	4,8	8,41±6,08	72,3	492,4±66,7	11,7	18,39	50,0	6
Mayo	12450,7±1118	9,0	2,42±2,10	86,6	259,0±88,0	9,9	15,07	39,2	-5
Junio	10051,0±555	5,5	0,97±0,84	86,6	93,6±31,6	10,0	12,06	39,7	-4

*Valores tomados de Saavedra (1985)

Aproximación lineal (y = a + b x) entre las variables Θ, B, Tm, Radiación y posición del *lpm*.

Variable	a	b	r
Radiación (% máx. Teórico)	45,159	0,696	0,947
Contenido calor (Θ)	11993,574	12,92	0,927
Temperatura media del lago	14,516	0,508	0,929
Trabajo del viento (B)	250,402	34,226	0,889
Temperatura media de Concep	10,472	0,401	0,917

DISCUSION

El lago Grande de San Pedro es un valle de la Cordillera de Nahuelbuta represado por el avance de las dunas de la llanura de Concepción, forma parte de un sistema de 4 lagos ubicados al sur del río Bío Bío en la Octava Región (Lagos Chico de San Pedro, Grande de San Pedro, La Posada y Quiñenco). La morfometría (Fig. 1) refleja un origen mixto, erosional y depositacional. Su dinámica corresponde a la de un lago polimíctico (Dellarossa, 1980).

La estructura térmica y el balance anual de calor del lago manifiestan gran constancia en el tiempo. El lago Grande de San Pedro presenta en el ciclo 1989-1990 una estratificación térmica efímera, situación coincidente con el ciclo térmico descrito por Dellarossa (1980). En ambos ciclos la columna de agua alcanza el mayor almacenamiento de calor del año a mediados de enero, 9.975 y 10.024 cal cm^{-2} respectivamente, valores levemente inferiores al estimado recientemente por Castro (1999) para el mismo lago (10.500 cal cm^{-2}).

Los perfiles de temperatura describen la distribución de la energía térmica en la columna de agua de un lago y están estrechamente relacionados con el trabajo de Birge ($r=0,97$; $P<0.001$) lo que se refleja en los valores promedios mensuales (Tabla II). La suma de S + B representa la cantidad mínima de trabajo mecánico que ha sido ejercida en o por el lago respecto a una condición de estado previa (Idso, 1973). Si se comparan estos valores (S+B) que representan los balances de energía mecánica asociados a las diferencias de densidades que existen en la columna de agua, con los balances de energía térmica, asociados a los procesos de enfriamiento y calentamiento, se observa que la energía mecánica relacionada con la estratificación en el lago Grande de San Pedro es muy pequeña respecto a los intercambios de energía térmica. El trabajo del viento de Birge puede ser realizado en ausencia de estabilidad o estratificación por densidad. Como eficiencia de energía, la forma en que se desarrolla la débil estratificación de densidades en el lago Grande de San Pedro implica un enorme derroche de energía térmica.

Los resultados presentados ya como estructura térmica (Fig. 3), cronología de las isotermas (Fig. 4), o como flujos de calor (Fig. 7) corroboran la hipótesis sustentada en la investigación, esto es, la marcha de la temperatura en un ciclo anual sigue el

modelo climático *lpm* propuesto por Saavedra (1980,1983). La regresión lineal de la T_m con el modelo *lpm* según la posición latitudinal de este predictor climático (Saavedra, 1985a,1985b) es altamente significativa (r=0.99; P<0,001) y de manera similar lo son los flujos medios mensuales de calor (r=0.98; P<0,001).

El comportamiento cíclico anual de la radiación incidente, como estímulo externo al sistema, no sólo establece los límites al calor que puede ser almacenado por el cuerpo de agua, sino que además, de acuerdo al modelo de Saavedra (1985a), la estructura térmica del lago Grande San Pedro está en fase con la radiación incidente (r=0,85; P< 0.001) y, por consecuencia, con la temperatura media mensual del ambiente (r=0,98; P< 0,001). La dinámica de la columna de agua se corresponde con la dinámica de los vientos dominantes en Concepción (Saavedra,1980). Además, existe una relación inversa entre la T_m de la columna de agua y la frecuencia de dominio de viento Norte en la Región de Concepción (r= -0,83; P<0.001). De esta forma, el potencial predictivo demostrado para el modelo *lpm* para variables meteorológicas tan importantes como radiación, insolación, dirección vientos dominantes se hace extensivo a la estructura térmica de los lagos someros polimícticos de la región de Concepción.

La estructura térmica del lago Grande de San Pedro, y probablemente también del resto de los lagos urbanos y suburbanos de la Región de Concepción, puede ser explicada por el modelo *lpm*. El modelo proporciona un buen marco de referencia para entender los períodos de mezcla de la columna de agua, los episodios de flujos de calor positivos y negativos y el aumento de la temperatura en los estratos superficiales y profundos del lago Grande de San Pedro. En estos lagos los meses de septiembre-octubre y abril-mayo constituyen períodos críticos en las características físicas de la columna de agua. En septiembre-octubre cambia la dirección del viento dominante y la radiación incidente aumenta en forma significativa incrementando la temperatura media de la columna de agua, en este período la velocidad de avance del *lpm* hacia el sur es de 324 km mes^{-1} (Saavedra, 1980). La situación inversa ocurre en abril-mayo, los mismos meses en que el *lpm* se repliega hacia el norte a una velocidad de 408 km mes^{-1} (Saavedra, 1980). Estas diferencias en las velocidades de desplazamiento del *lpm* permiten explicar también por qué es más rápido el proceso de enfriamiento que el de calentamiento en los lagos urbanos y suburbanos de Concepción.

CONCLUSION

Se demuestra que la estructura térmica del lago Grande de San Pedro está en fase con el modelo climático *lpm*. La interacción de los principales centros de acción meteorológica en la Región de Concepción definen sólo dos estaciones climáticas *sensu* Saavedra (1985a), a saber, una larga estación de buen tiempo que se extiende desde octubre a marzo, y una corta estación de mal tiempo de 3 meses de duración (junio, ,julio y agosto) y dos períodos breves de transición que ocurren en los meses de abril-mayo y de septiembre-octubre.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento recibido para esta investigación de los proyectos FONDECYT 1951134 y 9111102-1, de la Dirección de Investigación, Universidad de Concepción.

BIBLIOGRAFIA

Biro, I. 1974. Apuntes de Geología. Depto de Geología, Universidad de Concepción, 153 pp.

Birge, E.A. 1916. The work of the wind in warming a lake. Trans.Wisc.Acad.Sci.Arts.Lett. 18: 341-391

Castro, N. 1999. Estructura térmica y balance calórico en el lago Grande de San Pedro. Seminario de título para optar al grado de Licenciado en Educación, Depto. Botánica, Universidad de Concepción, 30 pp.

Cole, G. 1988. Manual de Limnología. Ed.Hemisferio Sur S.A., B. Aires. Argentina. 405 pp.

Dellarossa, V. 1980. Estudio de laguna Grande de San Pedro. Proyecto 2.08.82. Univ. Concepción

Gorham, E. 1964. Morphometric control of annual heat budges in temperate lakes. Limnol and Oceanogr. 9: 512: 529

Hutchinson, E. 1957. A treatise on Limnology. 1.- Geography, Physisc and Chemistry. J. Wiley & Sons. 1015 pp.

Idso, S.B. 1973. On the concept of lake stability. Limnol. Oceanogr. 18:681-683

Saavedra, N. 1980. La presión y la dirección del viento en Concepción. Tralka, 1(2): 155-162

Saavedra, N. 1983. Algunos parámetros climáticos de Concepción y el desplazamiento del lugar de la presión media máxima en Chile. Frontera (Número extraordinario), 40-42

Saavedra, N. 1985a. Modelo climático simple para Concepción. Geoacta, 13:13-26

Saavedra, N. 1985b. Sobre la interacción entre el Anticiclón del Pacífico y la Depresión Continental en el Cono Sur de América. Meteorológica 14: 631-642

Saavedra,N. & A.J. Foppiano, 1992a, Modelo empírico de un descriptor climático para la región central de Chile. Geoacta, 19 (155-165).

Saavedra,N. & A.J. Foppiano, 1992b, Monthly mean pressure model for Chile. International Journal of Climotology, 12: 469-480.

Schmidt, W. 1928. Über Temperatur und Stabilitatsverhälnisse von Seen. Geogr. Ann. 10:145-177.

Wetzel, R. 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. España. 679 págs.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 23-32, 2000

DERIVA DE MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS EN UN SECTOR DE RITRON: RIO RUCUE, CHILE CENTRO-SUR

Benthic macroinvertebrates drift in a rithron sector: Rucue river, South-Central Chile

RICARDO FIGUEROA[1], ELIZABETH ARAYA[1] Y CLAUDIO VALDOVINOS[1]

RESUMEN

Se estudió la deriva de macroinvertebrados en un sector montañoso del río Rucúe. El objetivo de este estudio fue identificar y analizar el patrón de comportamiento diurno-nocturno de los macroinvertebrados bentónicos en un río de tercer orden de la zona centro-sur de Chile. Los muestreos fueron realizados por un período de 24 horas, durante lapsos de 15 minutos, con una frecuencia de dos horas. Con respecto a la abundancia total se detectó diferencias significativas (p>0,05) entre las muestras recolectadas durante la noche y el día. Individualmente, el comportamiento de algunas especies exhibieron un patrón diario (e.g., *Pseudocleon* sp., *Notoperlopsis* sp., *Limnoperla jaffueli* y Chironomidae indet.), aumentando la actividad de deriva en las horas de menos luz.

ABSTRACT

The macroinvertebrate drift was studied in a mountainous zone of the Rucúe river. The objective of this study was to identify and analyze the behavioral pattern during day and night, of the benthic macroinvertebrates in a river of the third order in the south-central region of Chile. The samples were taken within a period of 24 hours , for 15 minutes each sample, and with a frequency of 2 hours. In total abundance there were significant differences (p>0.05) between the samples taken during the day and night time. Individually the behavior of some species showed a daily pattern (e.g., *Pseudocleon* sp., *Notoperlopsis* sp., *Limnoperla jaffueli* y Chironomidae indet.), increasing the activity of drift in the hours with less light.

Keywords: Macroinvertebrates. Drift, Rucúe river, South-central Chile.

INTRODUCCION

La dispersión o el movimiento de los individuos desde un área a otra, es una actividad exhibida por muchas especies. En los sistemas fluviales, los movimientos de dispersión pasiva o activa son comunes entre los macroinvertebrados bentónicos en respuesta a un gran número de factores (Smock, 1996). Uno de estos mecanismos de dispersión corresponde a la deriva de los macroinvertebrados suspendidos en la columna de agua de los ambientes lóticos, lo cual ha recibido una amplia atención durante las últimas décadas (Reinsen & Prins, 1972; Moor *et al.*, 1986; Smock, 1996), principalmente por su importancia ecológica en términos de colonización y distribución, dinámica de poblaciones y recurso alimenticio para grupos tróficos superiores como peces (Brittain & Eikeland, 1988; Cummins, 1992). Waters (1965, 1972) identificó tres mecanismos o formas de deriva, las que definió como: a) una deriva constante en toda la columna de agua, donde un bajo número de individuos se encuentran derivando accidentalmente; b) donde la deriva responde a un patrón de comportamiento diario, generalmente con un incremento nocturno; y c) una deriva catastrófica por efecto de perturbaciones inusuales que causan un aumento en la densidad de los organismos que se encuentran suspendidos en la colum-

[1]Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Casilla 156-C, Concepción, Chile, E-mail: rfiguero@udec.cl

na de agua. Esta actividad suele ser compensada mediante las tasas de reproducción de aquellos organismos que retornan aguas arriba para ovopositar (Margalef, 1992), cumpliendo así un ciclo de colonización (Muller, 1982).

A pesar de su importancia ecológica y de los innumerables estudios sobre el comportamiento del macrozoobentos, prácticamente no existen en Chile trabajos al respecto, pudiéndose citar escasas publicaciones que más bien abordan un aspecto asociado a dietas de peces (Artigas *et al.*, 1985; Campos *et al.*, 1984), algunos aportes en taxonomía (Schneider, 1990; Habit *et al.*, 1998) y un trabajo de Arenas (1995), que describe la composición y distribución del macrozoobentos del río Biobío, dejando ver el escaso conocimiento que se tiene de la composición de estas comunidades. El objetivo de este estudio fue identificar y analizar patrones de comportamiento diurno-nocturno de los macroinvertebrados bentónicos en un río de tercer orden de la zona central de Chile.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El área de estudio corresponde al sector terminal del río Rucúe, un importante tributario del Río Laja (Chile Central), localizado entre los 36º2'00"S y 71º47'04"W. El río Rucúe presenta fondo de bolones (± 0,25 m), que caracteriza una área típica de ritrón a 445 m.s.n.m. Posee 32,5 km de longitud, régimen nivo-pluvial, caudal medio de 17,15 m^3s^{-1} (EWI 1996) y un área de drenaje de 227 km^2. Por sus características naturales de alta pendiente y buen estado de conservación, el río Rucúe presenta un sustrato favorable para la realización de experimentos en terreno. La estación de muestreo localizada 200 m aguas abajo del Puente Carretero, que une la ciudad de Los Angeles con Antuco (Figura 1), fue seleccionada por su facilidad de acceso y principalmente, por presentar un caudal relativamente homogéneo.

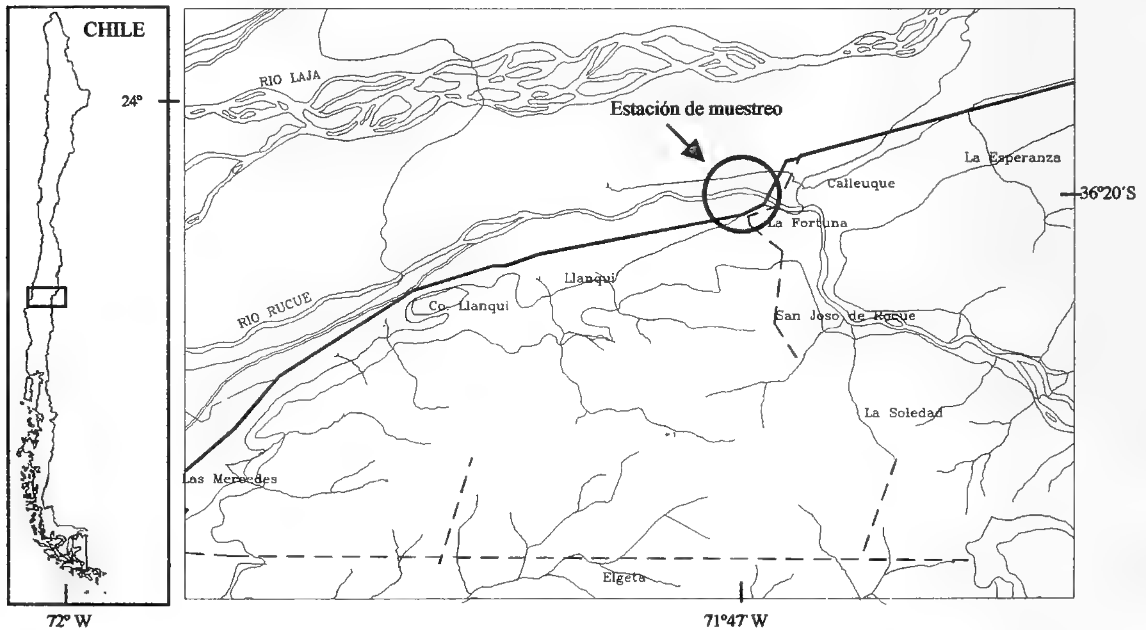


FIGURA 1. Ubicación general del área de estudio en el río Rucúe, subcuenca del río Laja.

Toma y análisis de las muestras

La toma de las muestras se realizó mediante trampas de deriva, dispuesta en un cuadrante metálico de 180 x 160 cm de área, que permitió sostener 4 redes de 335 μm de trama de malla Hidro-bios Kiel Nº438030. Las redes de forma cónica, presentan una entrada circular de 40 cm de diámetro y un copo terminal desmontable que permitió la recolección de la muestra (Figura 2). Estas fueron colectadas durante lapsos de 15 minutos con una frecuencia de 2 horas entre muestras. Los muestreos se realizaron los días 9 y 10 de Agosto de 1996. La ubicación de las trampas en el lecho del río fue seleccionada de acuerdo a la determinación del flujo medio del caudal.



FIGURA 2. Redes de deriva dispuesta en el lecho del río.

Las muestras obtenidas fueron depositas en bolsas plásticas y fijadas con formaldehído al 4%. En laboratorio fueron separadas e identificadas bajo una lupa estereoscópica Zeiss Stemi SR. La abundancia fue determinada mediante el conteo de los individuos expresada como el número de individuos·m^3. Para la determinación de la biomasa, los organismos fueron pesados en una balanza analítica Precisa 240 de 0,0001 g de sensibilidad y expresada en g-húmedo·m^{-3}.

Para el análisis de los parámetros comunitarios: abundancia, biomasa, diversidad de Shannon (H'), Simpson (D) y Equidad (J'), se analizó una matriz de densidad correspondiente a la abundancia de cada especie por tiempo de muestreo. Los análisis numéricos se llevaron a cabo usando Excel 6.0 y Statistica 5.1. Se utilizó la prueba de *t* para probar diferencias significativas entre las abundancias medias de los macroinvertebrados que derivan durante la noche y el día (Smock, 1996).

Parámetros físico-químicos

Cada hora de muestreo se determinó in situ temperatura, pH y conductividad. La temperatura fue medida con un termómetro de mercurio de 0,1 ºC de sensibilidad, la conductividad se determinó mediante un conductivímetro Extech Modelo 341640 y el pH con un pH-metro Schot Gerate CG 836/2042. También se consideró la radiación solar (para definir noche/día), determinada mediante un piránometro Star Piranometer modelo 240-8101 (correspondiente a la estación meteorológica de Hualpén del Centro EULA de la Universidad de Concepción). El aforo del río, como la determinación del volumen de agua que pasó a través de las redes, fue determinado mediante un flujómetro digital Seba Hydrometrie MgmbH D-87600. Todos los parámetros evaluados fueron correlacionados con los datos de abundancia.

RESULTADOS

Composición taxonómica

Se identificó un total de 41 taxa de los cuales, el 90,3 % corresponde a estados inmaduros de insectos acuáticos representados en 7 órdenes característicos de la comunidades bentónicas (Tabla I). En términos de riqueza específica, los grupos más

importantes fueron Plecoptera, Diptera y Ephemeroptera.

En abundancia numérica, *Pseudocleon* sp. fue el componente más dominante de la fauna recolectada (Tabla II). Un análisis de distribución de densidades de cada taxa utilizando un ordenamiento en términos porcentuales (Sokal & Rholf, 1981), permitieron distinguir a *Pseudocleon* sp. Klapalek y *Meridialaris* sp. Peters & Edmunds (Ephemeroptera), *Notoperlopsis* sp. Illies y *Limnoperla jaffueli* (Navás) (Plecoptera), Simuliidae y Chironomidae (Diptera), como la fauna mejor representada (> 4%), los que alcanzan a un 82,4 % del total de los organismos que se encontraban derivando. Un análisis similar para la biomasa total de las especies en las muestras de deriva permiten distinguir a estos mismos grupos como los más importantes (87 %, Tabla II), sin embargo, *Antarctoperla michaelseni* (Klapalek) y Blephariceridae indet. aparecen con un importante aporte en biomasa (> 4%) desplazando a Chironomidae indet. Del total de la muestra recolectada en las 24 horas, comparando las horas con presencia y ausencia de luz (radiación solar), determinó que existen diferencias significativas ($p>0,05$) entre ambos períodos, asimismo como en algunas de las especies más abundantes (Tabla III).

Un análisis descriptivo de los taxa más abundantes en la deriva con relación a la radiación solar, indica que existen patrones de deriva con incrementos máximos registrados al atardecer (20:30 h), otro segundo incremento ocurre durante la amanecida (2:30 h) y uno menos importante justo antes del amanecer (8:30 h; Figura 3). Estos valores máximos presentan marcadas diferencias horarias en los taxa más abundantes como *Pseudocleon* sp. y *Meridialaris* sp. (0:30 y 2:30, respectivamente). Los plecópteros presentan un comportamiento similar, mientras que los dípteros Simuliidae y Chironomidae son más abundantes al amanecer. El análisis de los parámetros comunitarios, muestra valores muy similares entre sí. Asimismo, se aprecian altos valores de H' y J' con bajos valores de D.

Se recolectó un total de 15.493 ind$\cdot$m^{-3} en el tiempo muestreado (3 horas) con una biomasa total de 16,6875 (g-húmedo$\cdot$m^{-3}). Para un caudal de 22,6 m$^3\cdot$s^{-1}, podemos estimar una densidad de 2.801.134 organismos y una biomasa de 3017,1 g pasando cada 24 horas por este sector del río.

Grupos funcionales

Siguiendo las clasificaciones dadas por Merritt & Cummins (1984) y Hauer & Lamberti (1996), y basados en observaciones de terreno y laboratorio de las especies que fueron recolectadas (Tabla II), se identificaron los grupos tróficos funcionales de todas las taxa (exceptuando aquellas en estado adulto).

La figura 4a muestra la distribución porcentual en términos de sus funciones ecológicas, con un 45% de recolectores, 32% de fragmentadores, 14% de filtradores y en muy baja representatividad, los ramoneadores, mientras que los organismos detritívoros casi ausentes. La Figura 4b grafica el comportamiento observado durante el muestreo para los tres grupos más importantes en términos porcentuales, donde los organismos recolectores, fragmentadores y filtradores presentaron un claro patrón asociado a los periodos de menor radiación solar.

Parámetros físicos y químicos

Los parámetros evaluados *in situ*, temperatura, pH y conductividad (Tabla IV), no presentaron una variación importante durante el periodo de muestreo. Los valores de radiación solar determinados en la estación meteorológica de Hualpén, presentaron variaciones típicas día-noche para un condición de invierno, la cual presenta una correlación significativa con la abundancia total ($r=-0,56$ $p<0.05$), determinada en la deriva (también con la temperatura, sin embargo, esta varía de acuerdo a la radiación solar que recibe el sistema). El aforo del río permitió determinar un caudal total de 22,6 m^{3}s^{-1}, con una velocidad media de 0,90 m^{3}s^{-1} . El ancho medio del sector muestreado fue de 40 m y la profundidad media de 0,45 m.

Tabla I. Composición de las muestras de deriva obtenidas en el río Rucúe durante el muestreo de 24 horas. Se indica el porcentaje en términos de presencia de los taxa (Agosto, 9-10 de 1996).

Phylum/Clase	Clase/Orden	Familia	Taxa	%	%
Nematomorpha	Gordioida	Indet.	*Gordius sp.*		
Platyhelminthes	Temnocephala	Indet.	Especie indet.		
Annelida	Oligochaeta	Naididae	Especie indet.		9,7
Chelicerata	Hydracarina	Indet.	Especie indet.		
Insecta	Colembolla	Entomobrydae	Especie indet.	2,4	
	Ephemeroptera	Baetidae	*Pseudocleon* sp. Klapalek		
			Baetis sp., Leach		
			Baetidae (adulto) indet.		
			Epheme. Adulto Indet.	17	
		Leptophlebiidae	*Meridialaris* sp. Peters & Edmunds		
			Massartellopsis sp. Demoulin		
			Nousia sp. Needham & Murphy		
	Plecoptera	Gripopterygiidae	*Antarctoperla michaelseni* (Klapalek)		
			Antarctoperla michaelseni (adulto)		
			Limnoperla jaffueli (Navás)		
			Notoperlopsis sp. Illies	19,5	
			Gripopterygiidae indet.		
			Ceratoperla schwabei (Navás)		
			Plecoptera (adulto) indet.		
		Notonemouridae	*Udamocercia* sp. Enderlein		
	Megaloptera	Corydalidae	*Protochauliodes* sp. Weele	2,4	
	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea chilensis* (Navás)		90,3
		Philopotamidae	Especie indet.		
		Glossosomatidae	*Mastigoptyla* sp.Flint	14,6	
		Helicopsychidae	*Helicopsyche* sp.Flint		
		Leptoceridade	Especie indet.		
		Ecnomidae	Especie indet.		
	Coleoptera	Elmidae	Especie indet.		
		Hydrophilidae	Especie indet.	7,3	
		Curculionidae	Especie indet.		
	Diptera	Simuliidae	Especie indet.		
		Empididae	Especie indet.		
		Tipulidae	*Aphrophila bidentata* Alexander		
			Limoniidae indet.		
		Athericidae	Especie indet.	19,5	
		Blephariceridae	Especie indet.		
		Chironomidae	Chironomidae indet.		
			Chironomidae adulto		
			Pupas(Diptera) indet.		
	Lepidoptera	Pyralidae	Especie indet.	2,4	
			Terrestre indet.	2,4	

(Indet.: Indeterminada).

TABLA II. Abundancia (N° ind·m⁻³) y biomasa (g-húm·m⁻³) de los taxa en muestras de deriva durante un ciclo de 24 horas (taxa que se encuentran sobre el 4% y total de la muetsra). Se incluyen los parámetros comunitarios y los grupos tróficos funcionales identificados en las muestras de deriva.

Taxa/hora de muestreo	18:30	20:30	22:30	0:30	2:30	4:30	6:30	8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	Total	%
Abundancias														
Pseudocleon sp.	307	420	138	538	726	515	684	351	161	90	102	109	4142	26.73
Notoperloposis sp.	388	522	185	566	419	361	288	272	132	50	84	101	3368	21.74
Simuliidae indet.	438	305	26	72	160	81	85	310	285	98	65	67	1992	12.86
Meridialaris sp.	298	293	71	194	244	112	57	162	115	86	84	101	1816	11.72
Limnoperla jaffueli	16	152	12	46	136	213	58	23	21	19	12	13	722	4.66
Chironomidae indet.	44	53	5	37	47	29	35	111	101	73	99	86	721	4.65
Abundancia total	1916	2059	503	1685	1970	1489	1339	1409	1020	604	746	751	15493	100.00
Biomasas														
Pseudocleon sp.	0.3256	0.6217	0.1862	0.7806	1.5471	0.9314	0.9850	0.3363	0.1603	0.1009	0.0918	0.0597	6.1266	36.71
Meridialaris sp.	0.2029	0.3046	0.0776	0.1955	0.4013	0.1233	0.0608	0.1513	0.0999	0.0902	0.0744	0.0937	1.8756	11.24
Simuliidae indet.	0.3957	0.3030	0.0249	0.0731	0.1417	0.0833	0.0800	0.2453	0.1947	0.0759	0.0566	0.0387	1.7128	10.26
Notoperloposis sp.	0.1606	0.2391	0.0844	0.2582	0.2998	0.1560	0.1354	0.1299	0.0407	0.0177	0.0289	0.0493	1.6000	9.59
Limnoperla jaffueli	0.0284	0.2557	0.0450	0.0868	0.3639	0.2967	0.1278	0.0401	0.0273	0.0241	0.0200	0.0215	1.3372	8.01
Antarctoperla michaelseni	0.0611	0.1239	0.0510	0.2411	0.1305	0.1478	0.1145	0.0604	0.0230	0.0144	0.0106	0.0105	0.9887	5.92
Blephariceridae indet.	0.1435	0.0491	0.0099	0.0369	0.1580	0.1368	0.0619	0.1206	0.0632	0.0230	0.0382	0.0345	0.8755	5.25
Biomasa total	1.5496	2.0715	0.4943	1.7872	3.3299	1.9687	1.6646	1.1829	0.8993	0.5522	0.6755	0.5117	16.6875	100.00
Parámetros comunitarios														
Riqueza específica (S')	19	24	13	23	25	21	21	24	28	22	26	23		
Diversidad (H')	3.03	3.11	2.56	2.70	2.81	2.72	2.36	2.96	3.24	3.51	3.74	3.53		
Equidad (J')	0.71	0.68	0.69	0.60	0.61	0.62	0.54	0.65	0.68	0.79	0.80	0.78		
Diversidad Simpsons (D)	0.15	0.16	0.24	0.23	0.21	0.21	0.32	0.17	0.15	0.11	0.09	0.11		
Grupos funcionales														
Recolector	754	812	218	793	1036	663	768	548	308	198	206	227	6531	44.56
Fragmentador	435	754	222	686	620	660	400	322	171	80	106	123	4579	31.24
Filtrador	440	318	30	88	175	89	91	318	296	102	72	72	2091	14.27
Mixto	44	53	5	37	47	29	38	115	102	73	99	86	728	4.97
Ramoneador	64	48	14	48	69	35	30	72	50	30	48	41	549	3.75
Depredadores	9	14	2	7	8	4	8	10	17	24	35	26	164	1.12
Detritívoros	0	0	0	2	0	1	0	2	2	3	2	3	15	0.10

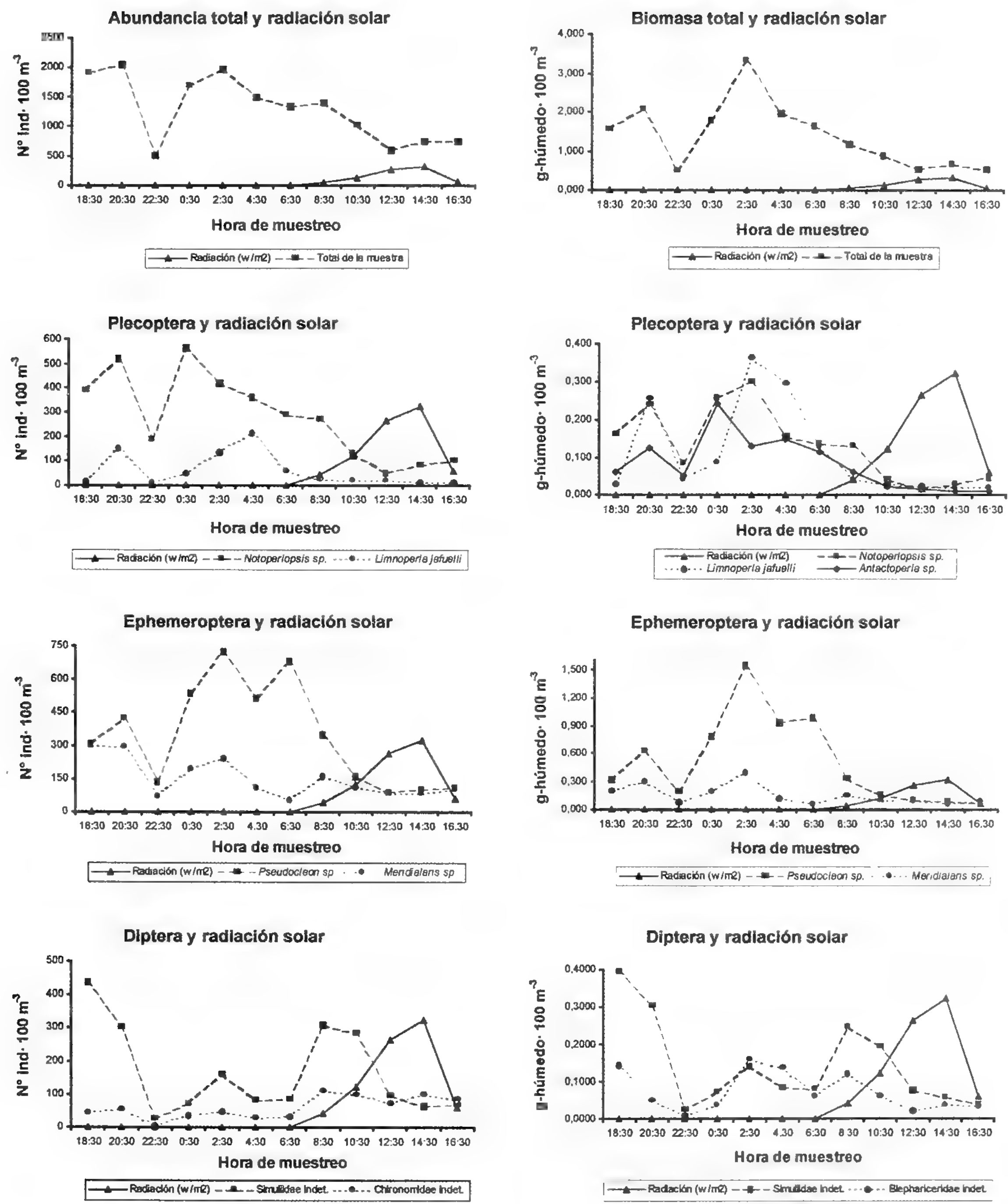


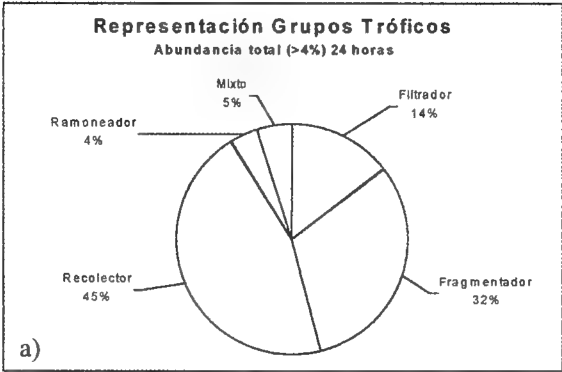
FIGURA 3. Abundancia y biomasa total de macroinvertebrados recolectados durante 24 horas de muestreo.

TABLA III. Valores obtenidos mediante la prueba de *t* aplicado a los taxa más importantes en términos de abundancia, comparando las horas con presencia y ausencia de luz (gl: 10; ***: p<0,001 altamente significativo; **: p≤ 0,01 muy significativo; *: p<0,05 significativo; n.s.: p>0,05 no es significativo).

Taxa	Valor de *t*	p
Abundancia total	2.437	0.035 (*)
Pseudocleon sp.	3.060	0.012 (**)
Notoperlopsis sp.	3.895	0.002 (**)
Simuliidae indet.	0.023	0.980 n.s.
Meridialaris sp.	1.503	0.163 n.s.
Limnoperla jaffueli	2.082	0.064 n.s.
Chironomidae indet.	-6.532	0.000 (***)

TABLA IV. Parámetros fisico-químicos registrados durante un ciclo de 24 horas.

Fecha	Hora	Temp. (ºC)	pH	Conduc. (uS/cm)	Radia. (w/m²)
9/8/96	18:30	7.8	7.6	28.1	0.7
"	20:30	7.0	7.4	23.7	0.0
"	22:30	6.5	7.8	26.3	0.0
10/8/96	00:30	6.0	7.3	26.2	0.0
"	02:30	5.5	7.3	25.8	0.0
"	04:30	5.5	7.8	25.8	0.0
"	06:30	5.0	7.7	25.8	0.0
"	08:30	5.0	7.4	25.9	41.4
"	10:30	6.0	7.9	26.6	122.0
"	12:30	6.5	7.7	28.6	264.0
"	14:30	6.5	7.5	26.2	324.2
"	16:30	6.6	7.4	28.0	59.70
n =12	Promedio	6.2	7.6	26.4	
	Desv. Está.	0.8	0.21	1.3	



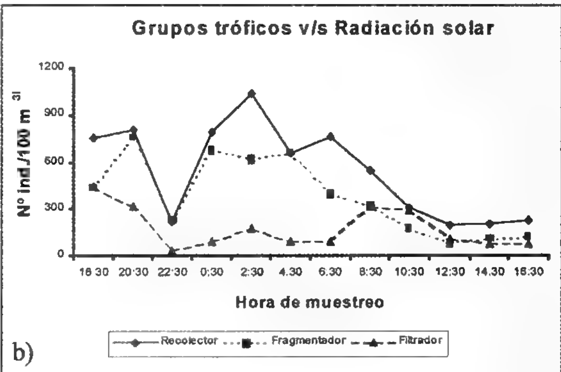


FIGURA 4. a) Indica los porcentajes totales del Nº de individuos recolectados durante las 24 horas. b) Se presenta la variación en lapsos de 2 horas de la abundancia total de los grupos tróficos más representativos para el sector en estudio (>4 %).

DISCUSION

Las variaciones estacionales y diarias en la deriva de los macroinvertebrados bentónicos han sido reportadas por numerosos investigadores (Williams, 1980; Moor *et al.*, 1986; Brittain & Eikeland, 1988) siendo atribuido a variadas causas, como el crecimiento de la población de algunas especies (Elliot, 1971) actuando como un eficaz mecanismo regulador (Moor *et al.*, 1986). La intensidad de luz jugaría un importante papel incrementando la deriva en las horas de menos intensidad (Waters, 1972; Haney *et al.*, 1983), lo que también ha sido observado en este estudio donde fue determinada como radiación solar, permitiendo una buena aproximación, reconociendo que una determinación 0 w/m² no implica oscuridad total. La macrofauna derivadora presenta un ritmo asociado a los periodos de menos radiación solar, con un incremento en la deriva poco después del atardecer, uno más importante durante la medianoche y otro menos significativo justo antes del amanecer. Este comportamiento ya ha sido observado en otros sistemas lóticos (Smock, 1996). Asimismo, se detectó un incremento de amanecida en los simúlidos, lo que ya había sido indicado por Moor *et al.* (1986) en un estudio del ciclo de vida de *Simulium chuteri* Lewis, describiendo patrones dia-

rios y estacionales entre los diferentes estados de desarrollo. Otro díptero importante en la deriva fue Chironomidae, también con un importante incremento en amanecida. Waters (1972) ha señalado la baja periodicidad de Chironomidae, mientras que Mundie (1971) registra un incremento en las tasas de deriva durante las horas de mayor obscuridad.

Estos resultados indican que existe un patrón de comportamiento de deriva, al igual ha sido observado en muchos ríos de Europa y Norteamérica (Waters, 1965; Brittain & Eikeland, 1988), como resultado de la actividad nocturna y que puede resultar en un eficaz mecanismo de dispersión y colonización (Waters, 1972), jugando un importante rol en la selección de microhábitat de los distintos estados de desarrollo (Moor *et al.*, 1986; Williams & Hynes, 1976). Por otro lado, la actividad nocturna puede resultar en un mecanismo de defensa frente a la actividad depredadora, llegando incluso a definir una hipótesis que alude a la relación intra e interespecífica predador/presa (Peckarsky, 1980; Flecker, 1984; Sih & DeWooster, 1994). Los insectos que derivan en la columna de agua son un importante recurso alimentario, especialmente para los salmónidos (Elliot, 1967) que poseen eminentes hábitos cazadores y dependen mucho de su capacidad de detectar visualmente su presa. El aporte alimentario puede verse reflejado directamente en términos de la abundancia y principalmente de la biomasa disponible para los grupos tróficos superiores y por otro lado, como aporte en términos de materia orgánica que eventualmente pueda llegar a otro sistema acuático (otro río, laguna y/o mar).

Se destaca *Pseudocleon* sp. como la especie más importante en términos de abundancia (26,7 %) y biomasa durante todo el muestreo. En general, los estudios realizados en el hemisferio norte ha señalado a Baetidae como el grupo más importante tanto en la composición del bentos como en muestras de deriva (Turcotte & Harper, 1982), mientras que *Baetis* sp. ha sido reconocida por su periodicidad diaria y dominancia en muestras de deriva (McCafferty, 1983; Graeser & Lake, 1984; Williams 1980). Sin embargo, debe destacarse que para este estudio *Pseudocleon* sp. es la especie más abundante para todos los intervalos de muestreo mientras que *Baetis* sp. alcanzó sólo el 2,5 % del total del muestreo.

La abundancia estimada en la composición funcional de los grupos fue dominada por los recolectores (45%), fragmentadores (32%) y filtradores (14%), con una muy baja presencia de los ramoneadores y depredadores, mientras que los detritívoros estuvieron casi ausentes. Esto indicaría que existe la estructura esperada para un sector de montaña predicha en la estructura longitudinal de un río (Cummins, 1973; Vannote *et al.*, 1980), con una baja representatividad de ramoneadores por la escasez de perifiton. También se registra una baja representatividad de depredadores, sin embargo, los organismos que cumplen esta función trófica, generalmente, son bastantes fuertes (e.g. Corydalidae, Perlidae, Diamphipnoidae) para ser arrastrados a derivar o puedrían escapar de las redes de deriva (McCafferty, 1983) o poseen alguna estructura que les permite mantenerse en los sistemas de alto flujo. Por otro lado, también se aprecia una respuesta en la actividad de deriva en las horas de menos intensidad de luz. El análisis de los grupos más importante en términos de su abundancia y sus características funcionales, indican que *Notoperloposis* sp. y *Limnoperla jaffueli* (fragmentadores) *Pseudocleon* sp. y *Meridialaris* sp. (recolectores), derivan principalmente durante la noche, mientras que Simuliidae (filtradores) tiene un retardo temporal respecto los anteriores. Este retardo podría estar indicando un inicio del ciclo nocturno por parte de Simuliidae, asociado a la resuspensión de detritus por parte de los recolectores y fragmentadores.

BIBLIOGRAFIA

Arenas, J. 1995. Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. *Medio Ambiente* 12(2): 39-50.

Artigas, J.N.; Campusano, E. & U. Gonzalez. 1985. Contribución al conocimiento de la biología y hábitos alimentarios de *Salmo gairdneri* (Richardson, 1836) en el Lago Laja (Chile). *Gayana, Zool.*, 49 (1-2): 3-29.

Brittain, J.E. & T.J. Eikeland. 1988. Invertebrate drift- A rewiew. *Hydrobiologia 166: 77-93.*

Campos, H.; Arenas, J.; Jara, C.; Gonser, T. & R Prins. 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén Continentales (Chile). *Medio Ambiente.* 7(1): 52-64.

Cummins, R.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Anual Review Entomology.* 18: 183-203.

Cummins, K.W. 1992. Invertebrates. In: The Rivers Handbook. Hidrological and Ecological Principles. Vol. 1. Calow, P. & G. Petts. pp. 234-250.

Elliot, E. 1967. The food of trout (*Salmo trutta*) in a Dart-moor stream. *J. Appl. Ecol.* 4:59-71.

Elliot, E. 1971. The distances travelled by drifting invertebrated in a Lake Distric stream. *Oecologia* 6: 191-220. *In:* Water, T. F. 1972. The drift of stream insects. *Ann. Rev. Ent.* 17:253-272.

EWI 1996. Estudio de Impacto Ambiental de la Central Rucúe. Empresa eléctrica Colbún Machicura. S.A.

Flecker, A. 1984. The effects of predation and detritus on the structure of a stream insect community: a field test. *Oecologia* 64: 300-305.

Graeser, A. & P.S. Lake. 1984. Diel changes in the benthos of stones and drift in a southern Australian uplan stream. *Hydrobiologia* 111:153-160.

Habit, E.; Beltrán, C.; Arévalo, S. & P. Victóriano. 1998. Benthonic fauna of the Itata river and irrigation canals (Chile). *Irrig. Sci.* 18: 91-99.

Haney J.F.; Beaulieu, T.R.; Berry, R.P; Mason, D.P.; Miner, C.R.; Mclean, E.S.; Price, K.L; Trout, M.A.; Vinton, R.A. & S.J. Weiss. 1983. Light intensity and relative light change as factors regulating stream drift. *Arch. Hydrobiol.* 97(1): 73-88.

Hauer, F.R. & G.A. Lamberty. 1996. Methods in Stream Ecology. Academic Press, Inc. USA. 674 pp.

Margalef, R. 1992. Ecología. Edit. Planeta S.A. España. 225 pp.

McCarfferty, W.P. 1983. Aquatic Entomology. The Fishermen's and Ecologists' illustrated guide to insects and their relatives. Jones and Bartlett Publ. Inc.Boston.USA.160 pp

Merritt, R.W. & K.W. Cummins. 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 381 pp.

Moor, F.C.; Chutter, F.M & I.J. Moor. 1986. Drift behaviour and microhabitat selection in the preimaginal stages of *Simulium chutteri* (Dipera Simuliidae). *Hydrobiologia* 133: 143-154.

Mundie, J.H. 1971. The diel drift of Chironomidae in an artificial stream and its relation to the diet of coho salmon fry, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). *Can. Ent.* 103:289-297.

Muller, K. 1982. The colonization cycle of freshwater insects. Oecologia 52:202-207.

Peckarsky, B.L. & S.I. Dodson. 1980. Do stonefly predators influence benthic distributions in streams? *Ecology* 61:1275-1282.

Peckarsky, B.L. 1980. Predator-prey interactions betwen stoneflies and mayflies: behavioural observations. *Ecology* 61:932-943.

Reinsen, W.K. & R. Prins. 1972. Some ecological relationship of the invertebrate drif in Praters Creek. Picken Country, South Carolina. *Ecology* 53: 876- 885.

Schneider, G. 1990. Constributions to the Knowledge of *Neofulla* (Plecoptera: Notonemouridae) from Chile and Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment.* Vol.25, No 4:249-251.

Sih, A. & D.E. Wooster. 1994. Prey behavior, prey dispersal, and predator impacts on stream prey. *Ecology* 75: 1199-1207.

Smock, L.A. 1996. Macroinvertebrate movements: drift, colonización and emergence. 371-391 In: Hauer, F.R. & G.A. Lamberti. Methods in Stream Ecology. Academic press, Inc. U.S.A. 674 pp.

Sokal, R.R. & F.J. Rholf . 1981. Biometry. 2nd edn. Freeman, New York.

Spangler, P.J. 1979. Description of the Larva and Pupa of *Cylorygmus lineatopunctatus* (Coleoptera: Hydrophilidae: Rysmodini). *Proc. Biol. Soc. Wash.* Vol. 92(4), pag. 743-752.

Turcotte, P. & P.P. Harper. 1982. Drift patterns in a high Andean stream. *Hydrobiologia* 89: 141-151.

Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Perspectives* 37 (1): 130-137.

Waters, T.F. 1972. The drift of stream insects. *Ann. Rev. Ent.* 17:253-272.

Waters, T.F. 1965. Interpretation of invertebrate drift in streams. *Ecology* 46:327-334.

Williams, D.D. & H.B.N. Hynes. 1976. The recolonization mechanisms of stream benthos. *Oikos* 27:265-272.

Williams, D.D. 1980. Invertebrate drift lost to the sea during low flow conditions in a small coastal stream in western Canada. *Hydrobiologia* 75: 251-254.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 33-39, 2000

CHIRONOMUS CALLIGRAPHUS GOELDI Y *MOINA MACROCOPA* (SARS) COMO HERRAMIENTAS ECOTOXICOLOGICAS PARA LA EVALUACION DEL LINDANO Y CLORPIRIFOS

Chironomus calligraphus Goeldi and *Moina macrocopa* (Sars) as Ecotoxicological tools to evaluate Lindane and Chlorpyrifos

JOSE A. IANNACONE[1] & LORENA ALVARIÑO

RESUMEN

La evaluación de riesgos ambientales de productos fitosanitarios es un componente importante en los estudios de impacto ambiental en el sector agrícola. Se evaluó la ecotoxicidad de los plaguicidas de suelo Lindano y Clorpirifos sobre dos invertebrados: la lombriz roja *Chironomus calligraphus* y la pulga del agua *Moina macrocopa*. En ambos invertebrados se evaluaron efectos letales: *C. calligraphus* (CL_{50} 48 h) y en *M. macrocopa* (CL_{50} 48 h). *Moina* es más sensible que *Chironomus* al Clorpirifos. Los dos bioensayos revelaron una mayor toxicidad por el organofosforado Clorpirifos. Se analizan las perspectivas de empleo en el Perú de estas herramientas ecotoxicológicas para la evaluación de riesgos ambientales por productos fitosanitarios.

ABSTRACT

The environmental risk assessment of phytosanitary products is a main subject in studies of environmental impact assessment in agriculture. Ecotoxicity of the soil pesticides Lindane and Chlorpyrifos were performed with two invertebrates: the bloodworm *Chironomus calligraphus* and the water flea *Moina macrocopa*. Lethal effects were assayed in both invertebrates *C. calligraphus* (LC_{50} 48 h) and *M. macrocopa* (LC_{50} 48 h). *Moina* was more sensitive than *Chironomus* to Chlorpyrifos. All bioassays showed a higher toxicity for the organophosphate Chlorpyrifos. The perspectives of use these ecotoxicological tools in Peru for environmental risk assessment of phytosanitary products was analized.

KEYWORDS. Ecotoxicological assay, ecological risk assessment, insect, crustacea, agrochemistry, Lindane, Chlorpyrifos.

INTRODUCCION

El término biodiversidad, usado por Wilson (1988) es una contracción de diversidad biológica, que representa la diversidad de vida en todos sus niveles incluyendo el genético, de especies y de ecosistemas. En la Convención de Biodiversidad realizada en Río de Janeiro, Brazil en junio de 1992 con participación de más de 156 países, se señaló que debido a la contaminación mundial, entre otros factores, la proporción de especies que se extinguen anualmente es de 17 500 a 35 000 (Stork, 1993).

Cada año se aplican aproximadamente tres millones de toneladas de plaguicidas en todo el orbe y las plagas pueden destruir el 40% de la producción agrícola mundial (Pimentel, 1998). Se considera que si no se aplicara plaguicidas químicos, las

[1]Autor al que debe dirigirse toda correspondencia. Laboratorio de Ecofisiología, Area de Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional FedericoVillarreal. Lima-Perú. Calle San Marcos 383, Pueblo Libre, Lima 21- Perú.Telefax 4600930. e-mail: joselorena12@terra.com.pe

plagas destruirían más del 50-60% de la producción agrícola. Además, menos del 0,1% de los plaguicidas aplicados anualmente, llegan a las plagas objetivos del control; se cree que muchos de los organismos invertebrados componentes de la biodiversidad animal, no destinatarios del control químicos, son adversamente afectados por aproximadamente el 99% del plaguicida restante (Pimentel, 1998).

Del enorme número de estudios de efectos de plaguicidas, sólo una minoría han sido orientados a los ambientes acuáticos. Los campos agrícolas terrestres, en los cuales son aplicados regularmente, es donde se observan los efectos más evidentes. Sin embargo, muchos químicos agrícolas persistentes, alcanzan a los cuerpos de agua, siendo transportados a todos los niveles de la piramide trófica (Heckmann, 1982). Los plaguicidas en los ecosistemas acuáticos pueden matar a peces susceptibles, eliminar insectos y otros invertebrados, o reducir los niveles de oxígeno disuelto en el agua por la descomposición de plantas acuáticas (Pimentel, 1998). Gran cantidad de literatura sobre la contaminación accidental de cursos de agua con plaguicidas, muestra la dominancia de estudios con vertebrados, sin embargo, escasa información es disponible sobre fauna de invertebrados. Los artrópodos son uno de los grupos más adversamente afectados (Hart, 1997).

El Reglamento Peruano sobre el registro, comercialización y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines (Decreto Supremo N 15-95-AG) en su artículo 18 inciso f, indica que para el registro de un plaguicida, se requiere antecedentes y datos de ensayos toxicológicos y ambientales, que demuestren no ser peligroso para la salud humana, animal y el medio ambiente (SENASA, 1995).

De esta forma, es importante determinar el nivel de peligrosidad de los plaguicidas Lindano y Clorpirifos sobre el ecosistema epicontinental acuático utilizando biosensores o bioensayos (Fernandez-Casalderry *et al.*, 1992). Entre éstos, a los ensayos de segunda generación, conocidos en el Perú, como la lombriz roja de agua dulce *Chironomus calligraphus* Goeldi y la pulga del agua *Moina macrocopa* (Sars) (Wong *et al.*, 1995; Iannacone & Alvariño, 1998). La determinación de la toxicidad de estos dos plaguicidas mediante herramientas ecotoxicológicas permitirá contar con ensayos sencillos y prácticos para catalogar diferentes muestras ambientales y se contribuirá a tomar medidas para disminuir la problemática del uso de agroquímicos (Bodestein, 1972; Moore *et al.*, 1998).

Los objetivos específicos planteados en la presente investigación fueron: 1) determinar la ecotoxicidad del lindano y clorpirifos mediante el bioensayo con *Chironomus calligraphus* y *Moina macrocopa* a 48 h de exposición y 2) proponer un protocolo estandarizado de bioensayo con *Chironomus* y *Moina* para evaluar ecotoxicológicamente agroquímicos.

MATERIALES Y METODOS

Chironomus calligraphus

Los especímenes se identificaron a nivel genérico con las larvas, pupas y adultos, siguiendo las claves de Merritt y Cummins (1984). La identificación específica se realizó a nivel larval morfológica y citogenéticamente por el Prof. Dr. Wolfgang Wuelker, Institut fuer Biologie I (Zoologie), Universidad de Freiburg, como *Chironomus calligraphus* Goeldi. Series de especímenes se depositaron en el Museo de Entomología de las Universidad Nacional Agraría La Molina (UNALM). Las masas de huevos de *Chironomus* se colectaron en la laguna secundaria de 1,84 ha de la Planta de Aguas Residuales de San Juan de Miraflores, ubicado a 14 km al sur de la ciudad de Lima, Perú y se colocaron en un medio con hojas de cereal "Cereal leaves"®. Las larvas recién eclosionadas se alimentaron dos veces por semana y se mantuvieron a temperatura de 25°C y oxígeno disuelto de 7 mg/l. Sobre el envase de cría se colocó una rejilla para retener los adultos de los mosquitos, evitando su salida (APHA 1995). Cada experimento se inició con larvas de primer estadio con menos de 24 h de haber eclosionado de los huevos. Diez larvas se distribuyeron al azar para cada concentración en cada una de las cuatro repeticiones. Las larvas no se alimentaron durante los ensayos estáticos, es decir sin renovación de la solución y en oscuridad, para evitar la degradabilidad de los plaguicidas. Se consideraron muertas aquellas larvas que no efectuaban ningún movimiento al ser pinchadas con un alfiler entomológico, bajo observación con estereoscopio durante 15 segundos (Iannacone & Alvariño, 1998). Las lecturas se realizaron a las 48 h de exposición. El agua de dilución a usarse para cada prueba de toxicidad se preparó a base de una solución amortiguadora (Buffer-fosfato = pH 7) (APHA, 1995). Cada ensayo fue realizado por triplicado con el fin de obtener significancia estadística.

Moina macrocopa

Los especimenes adultos se identificaron a nivel de especie usando las claves de Streble & Krauter (1987). La identificación como *Moina macrocopa* (Sars) la realizó la hidrobióloga Lorena Alvariño Flores del Laboratorio de Ecofisiología de la Universidad Nacional FedericoVillarreal. Hembras oviplenas se colectaron en la misma localidad que las masas de *Chironomus*. Se cultivaron en un medio para dáfnidos a base de 0,5 g hojas de cereal ® y 10g de hojuelas para alimento de peces en 250 ml de agua desionizada, mezclado vigorozamente en un vortex y filtrado posteriomente con una malla de 60μ y posteriormente se completó con 50 ml adicionales de agua. La suspensión se refrigeró. Los cultivos masales se realizaron en envases de plástico de 4 l y los cultivos individuales para la obtención de neonatos en vasos de plástico de 100 ml de capacidad, siendo alimentados con el medio para dáfnidos a 0,2 ml/semana/ 100ml a una temperatura de 25°C siguiendo las recomendaciones de APHA (1995). Los experimentos se realizaron con cohortes con menos de 24h que se extrajeron de hembras partenogenéticas oviplenas de los frascos de cultivo individuales. Los juveniles neonatos no se alimentaron durante la prueba. Los neonatos se consideraron muertos si no producían ningún latido cardiaco durante 10 segundos de observación. El agua de dilución usada para cada prueba de toxicidad se preparó en base a una solución amortiguadora (Buffer-fosfato= pH 7) (APHA, 1995). Para cada prueba se emplearon 240 individuos. Se condujeron ensayos de Toxicidad Aguda estáticos, en oscuridad con 48 h de exposición a Lindano y Clorpirifos. Cada ensayo fue realizado por triplicado con el fin de obtener significancia estadística.

Parametros físico-Químicos del agua

El oxígeno disuelto se determinó usando el método Winkler al inicio del ensayo (APHA, 1995) y el pH se midió en dos repeticiones al inicio de los ensayos, estandarizándose a 7±0,5. El agua desionizada empleada en los cultivos y en los bioensayos presentó las siguientes características físicas (pH= 7,12 y conductividad eléctrica= 70μmhos/cm).

Sustancias químicas

Los plaguicidas Lindano 1,5% PS (Kuro wañuchiq®) y Clorpirifos 2,5 PS (Lorsban®) se disolvieron al 1% en agua destilada, usando como solvente acetona (0,5% v/v), a una concentración que no causó efecto en los resultados de los bioensayos (Calleja & Persoone, 1993). A partir de la solución madre se hicieron las diluciones respectivas. Para el Lindano, se emplearon las siguientes concentraciones en orden creciente: 3,84 μg/l, 9,6 μg/l, 24 μg/l, 60 μg/l y 150 μg/l y para el Clorpirifos, se utilizaron las siguientes concentraciones en orden creciente: 3,2 μg/l, 8μg/l, 20μg/l, 50μg/l y 125μg/l. El factor de dilución empleado en ambos casos fue de 0,4.

Diseño experimental y tratamiento estadístico

Las pruebas de toxicidad aguda se realizaron en cuatro repeticiones con cinco concentraciones nominales más el control en un diseño en Bloque Completamente Randomizado (BCR): 6 x 4. La eficacia de los tratamientos se evaluaron a través de un ANDEVA, previa transformación de los datos a raíz cuadrada del arcoseno. En el caso de existir diferencias significativas entre las repeticiones se realizó una prueba de Tukey. La CL_{50} y sus límites de confianza al 95% se calcularon usando Próbit, un programa computarizado de la EPA (E.P.A., Environmental Protection Agency de los E.E.U.U, versión 1,5). El modelo de regresión fue verificado usando el estadístico Chi-cuadrado. Los resultados de las repeticiones se sumaron. Para determinar si dos CL_{50}s son estadísticamente iguales se usó la técnica de superposición de limites de confianza (APHA, 1995).

RESULTADOS

Los resultados, para ambos ensayos ecotoxicológicos, muestran que el Clorpirifos es más tóxico que el Lindano. En ambos agroquímicos, se observó, que *M. macrocopa* es más sensible que *C. calligraphus*. Para el caso de los ensayos realizados con la lombriz roja *C. calligraphus* con Lindano y Clorpirifos a 48 h de exposición, se obtuvieron valores de CL_{50} de 25,73±3,92 μg/l y 15,56±4,06 μg/l respectivamente (Figura 1). Las CL_{50} y sus respectivos límites de confianza del Lindano y Clorpirifos frente a la lombriz roja, muestran por la técnica de superposición de límites de confianza que no existen diferencias significativas entre ambos agroquímicos (P> 0,05) (APHA, 1995). Los ensayos realizados con la pulga del agua *M. macrocopa* con Lindano y Clorpirifos a 48 h de

exposición, obtuvieron valores de CL_{50} de 26,50± 6,99 µg/l y 10,48± 1,60 µg/l respectivamente. En el caso de *Moina* se observó que el Clorpirifos a 48 h de exposición resultó ser más tóxico que el Lindano en 2,5 veces (Figura 1). Las CL_{50} y sus respectivos límites de confianza del Lindano y Clorpirifos frente a la pulga del agua, muestran por la técnica de superposición de límites de confianza que existen diferencias significativas entre ambos agroquímicos (P< 0,05). La figura 2 muestra el efecto del

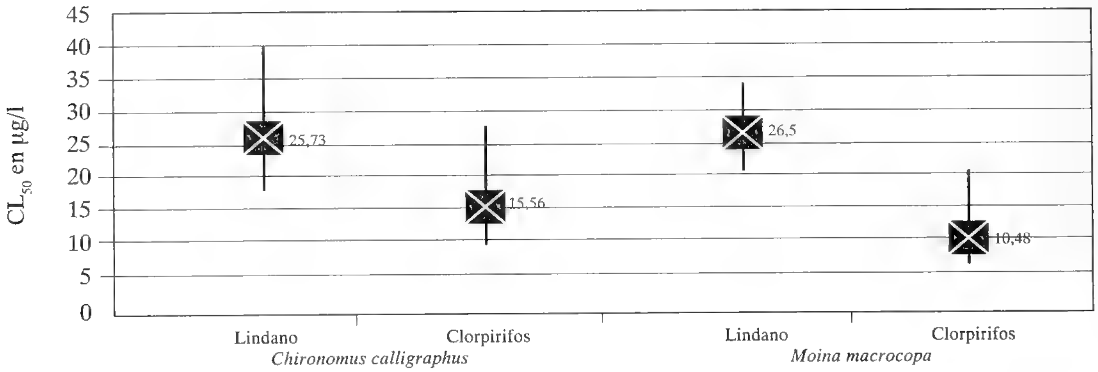


FIGURA 1. CL_{50} y sus límites de confianza de *Chironomus calligraphus* y *Moina macrocopa* después de 48 h de exposición a Lindano y Clorpirifos.

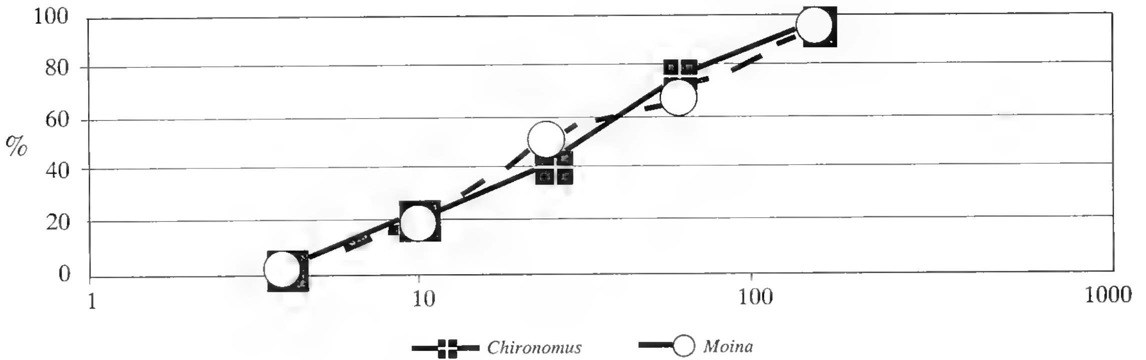


FIGURA 2. Mortalidad de *Chironomus calligraphus* y *Moina macrocopa* después de 48 h de exposición a Lindano (µg/l).

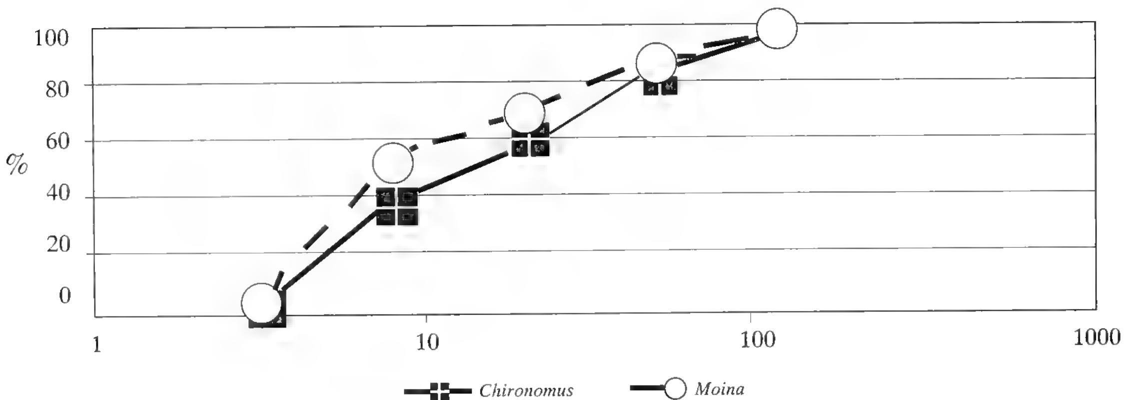


FIGURA 3. Mortalidad de *Chironomus calligraphus* y *Moina macrocopa* después de 48 h de exposición a Clorpirifos (µg/l).

Lindano en el porcentaje de mortalidad de *C. calligraphus* y *M. macrocopa* a 48 h de exposición. A 3,84μg/L de Lindano se observó un 0,93% y un 0,83% de mortalidad para *C. calligraphus* y *M. macrocopa*. La figura 3 muestra el efecto del Clorpirifos en el porcentaje de mortalidad de *C. calligraphus* y de *M. macrocopa* a 48 h de exposición respectivamente. A 3,2μg/L de Clorpirifos se puede observar un 0,83% y un 1,87% de mortalidad para *C. calligraphus* y *M. macrocopa*.

DISCUSION

La amplia diversidad de insectos acuáticos, su abundancia en ríos no contaminados, su sensibilidad a bajas concentraciones de contaminantes y su fácil mantenimiento bajo condiciones de laboratorio, hace de estos invertebrados una herramienta útil en ecotoxicología acuática. Las sustancias químicas tóxicas, pueden interferir en la supervivencia, crecimiento, reproducción, emergencia y metabolismo de los insectos acuáticos (Snedel *et al.*, 1994). Varios ordenes de insectos, han sido sugeridos por su sensibilidad a diversas sustancias químicas como plecoptera, ephemeroptera, trichoptera y diptera, principalmente de la familia chironomidae (APHA, 1995). Merritt & Cummins (1984) señalan al ephemeroptero *Hexagenia limbata* Serville y los dipteros *Chironomus tentans* Fabricius y *Chironomus riparius* Meigen para su empleo en bioensayos. Nosotros sugerimos a una especie Neotropical *C. calligraphus*. Algunas especies de *Chironomus* son muy sensibles a varios plaguicidas contaminantes del medio acuático y a diferencia de *H. limbata* son más fácilmente cultivables (Phipps *et al.*, 1995). Este género ha sido ampliamente usado en pruebas de toxicidad aguda de 48 h y en ensayos crónicos a 29 días de exposición (Kosalwat & Knight, 1987 a,b). En nuestro caso empleamos el tiempo de exposición de 48h. Sin embargo el estado larval es la etapa más sensible a sustancias tóxicas del ciclo vital de *Chironomus,* y el primer estadio larval zooplanctónico es la fase más sensible para *Chironomus decorus* Meigen, *C. tentans* y *C. riparius* (Van Wijngaarden *et al.*, 1996b). Igualmente empleamos al primer estadio larval de *C. calligraphus*, debido a su mayor sensibilidad a tóxicos ambientales (Iannacone & Alvariño, 1998). Los quironómidos, podría esperarse que sean ligeramente más resistentes a diversos tóxicos que algunas otras especies zooplantónicas estandarizadas por residir en aguas relativamente contaminadas y por presentar el resto de la fase larval bentónica (Cairns *et al.*, 1984). Esto explicaría por que *C. calligraphus* es ligeramente menos sensible que *M. macrocopa*, al ser esta última permanentemente planctónica.

Los microcrustáceos como los camarones salinos *Streptocephalus rubricaudatus* Frouenfeld, *Streptocephalus texanus* Baird, *Streptocephalus proboscideus* Frouenfeld y *Artemia salina* Linne y la pulga del agua *Daphnia magna* Strauss, se han usado frecuentemente en pruebas de toxicidad aguda con plaguicidas. Durante la exposición al tóxico, mayormente sus formas inmaduras no son alimentadas. La lectura de su mortalidad se realiza a las 24 h y 48 h de exposición (Crisinel *et al.* 1994). Las pulgas del agua *Ceriodaphnia dubia* Richard (Taylor 1993) y *M. macrocopa* (Martinez *et al.*, 1997), han sido también utilizadas en ensayos de toxicidad crónica. En los experimentos se usan exclusivamente individuos jóvenes con menos de 24 h de nacidos. Estas especies, es posible encontrarlas en bioensayos comerciales de rápida aplicación. Sin embargo la especie más usada es *D. magna* (Kungolos & Aoyama, 1993). Nosotros decidimos utilizar a *M. macrocopa*, especie adaptada a la región neotropical. Existen diferentes criterios de lectura para reconocer a los especímenes muertos como: la carencia total de movimiento durante 10 segundos de observación bajo el microscopio de disección; la incapacidad para poder mover las antenas después de una ligera agitación del agua y no poder nadar después de 15 segundos de la agitación del envase experimental (Kiviranta *et al.*, 1991). En nuestro caso la lectura final, se hizo cuando los neonatos de *M. macrocopa* no producían ningún latido cardíaco durante 10 segundos de observación.

Los plaguicidas como el Lindano y el Clorpirifos afectan a las comunidades biológicas acuáticas que no son los organismos destinatarios, siendo los invertebrados, mucho más sensibles (Crane e*t al.*, 1995; Barron & Woodburn, 1995; Fliedner, 1996). Nuestros resultados concuerdan con esta afirmación, pues ambas especies de invertebrados, son muy sensibles. Green *et al.* (1986), al estudiar la toxicidad aguda del Lindano sobre 10 invertebrados dulceacuícolas, muestra que los valores de toxicidad aguda para estos invertebrados varían de 33 μg/l para el insecto díptero *Chaoborus* spp. a 3 300 μg/l para el molusco *Lymnaea stagnalis* Linné.

El ensayo con partículas mitocondriales muestra que el Clorpirifos es más tóxico que el Lindano (Knobeloch *et al.*, 1990), en nuestro caso los resultados fueron semejantes. Los resultados obtenidos,

concuerdan con los resultados de los ensayos con el nemátodo *Panagrellus redivivus* Pat y con la microalga *Chlorella vulgaris* Linne, pero no con el ensayo con el género *Allium* (Iannacone, 1998).

Las dos especies de invertebrados, la pulga del agua y la lombriz roja empleadas a 48 h de exposición fueron más sensibles a la toxicidad aguda del Lindano en términos de CL_{50} que los microcrustaceos *D. magna* (1 220 µg/l a 24, 850 µg/l a 48 h); *S. rubricaudatus* (10 000 mg/l a 24 h); *S. texanus* (10 000 µg/l a 24 h); *A. salina* (10 000 µg/l a 24 h) y el rotífero *Brachionus calyciflorus* Pallas (7 660 µg/l a 24 h) (Crisinel *et al.*, 1994).

Los valores de toxicidad crónica del Lindano para invertebrados sobre la base de la NOEC (Concentración de efectos No observables) variaron entre 0,13 µg/l para *C. riparius* a 19 µg/l para la supervivencia y reproducción de *D. magna*. (Taylor *et al.* 1991). Maund *et al.* (1991) señalan valores de NOEC en un rango de 0,13 a 0,8 µg/l para larvas de insectos acuáticos expuestas al Lindano. Taylor *et al.* (1993) evalúan el impacto del Lindano (gamma-hexaclorociclohexano) en el ciclo biológico del insecto *C. riparius*, tomando en cuenta parámetros como eclosión de huevos, sobrevivencia y desarrollo a través de los cuatro estadios larvales; pupación y emergencia de adultos, todos los cuales son indicadores de toxicidad crónica, concluyendo que valores de 9,9 µg/l de Lindano interfieren con el desarrollo y el potencial reproductivo de *C. riparius.*

Las dos especies de invertebrados, la pulga del agua y la lombriz roja, empleadas a 48 h de exposición fueron menos sensibles a la toxicidad aguda del Clorpirifos en términos de CL_{50} sobre los microcrustáceos *D. pulex* (0,25-0,38 mg/l a 48 h), *D. magna* (1 µg/l a 48h), *Penaeus vannamei* Broodstock (4,8 µg/l a 48 h) y del copépodo *Diaptomus forbesi* Krefer (8,8 µg/l a 48 h) (Reyes *et al.*, 1996; Thankamoni & Konar, 1996; Van Den Brink *et al.*, 1996; Van Der Hoeven & Gerritsen, 1997). Sin embargo, la pulga del agua y la lombriz roja empleada fueron más sensibles que el copepodo *Amphiascus tenuiremis* Mielke (66 µg/l a 48 h), que el oligoqueto *Branchiura sowerbyi* Beddard (129 µg/l a 48 h) y que el pez *Oreochromis mossambicus* Peters (100 µg/l a 96 h) (Green *et al.*, 1996; Van Wijngaarden *et al.*, 1996).

Los valores de toxicidad crónica para el Clorpirifos muestran un valor de LOEC (Concentración más baja de efectos observables) de 0,05 µg/l para *Daphnia pulex* Leydig (Vander Hoeven & Gerritsen, 1997).

En el empleo de procedimientos ecotoxicológicos estandarizados, la Agencia de Protección Ambiental (E.P.A. de E.E.U.U.) sugiere utilizar *Equivalentes Ecológicos*, altamente sensibles de cada latitud en nuestro caso el insecto *C. calligraphus* y una especie de pulga del agua adaptada a condiciones neotropicales *M. macrocopa,* para evitar así, el deterioro ambiental (Iannacone & Alvariño, 1998; Moore *et al.*, 1998).

CONCLUSIONES

M. macrocopa presenta mayor ecotoxicidad aguda al Lindano (CL_{50}= 26,5 µg/l, a 48 h) y Clorpirifos (CL_{50}= 10,48 µg/l, a 48 h) y el mismo patrón de valores obtenidos para el Lindano (CL_{50}= 25,73 µg/l, a 48 h) y Clorpirifos (CL_{50}= 15,56 µg/l, a 48 h) para *C. calligraphus*. Los dos ensayos mostraron una mayor toxicidad al organofosforado Clorpirifos que al organoclorado Lindano. *M. macrocopa* y *C. calligraphus* son propuestos como dos ensayos ecotoxicológicos estandarizados para la evaluación de riesgos ambientales por agroquímicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Enrique Bay-Schmith (Universidad de Concepción, Chile) por las valiosas sugerencias críticas en el manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

APHA. (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION), AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION), WPCF (WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION). 1995. Standard methods for examination of water and wastewater. 19 th. ed. American Health Association. Washington, D.C.

Barrón, M.G. & K.B. Woodburn. 1995. Ecotoxicology of chlorpyrifos. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 144: 1-93.

Bodestein, G. 1972. Lindane in the environment. En Lindane. Centre International D´Studes du Lindane (C.I.E.L.). Bruselles. 422 pp.

Cairns, J.JR.; K.L. Dickson & G.F. Westlake. 1984. Biological monitoring of water and effluent quality. Symposium: biological monitoring of water ecosystems, Blackburg, Virginia. Technical Publication 04-607000-16. American Society for testing and Material, Philadelphia. 95 pp.

Calleja, M.C. & G. Persoone. 1993. The influence of solvents on tha acute toxicity of some lipophilic chemicals to aquatic invertebrates. Chemosphere 26: 2007-2022.

Crane, M.; P. Delaney; C. Mainstone & S. Clarke. 1995. Measurement by *in situ* bioassay of water quality in an

agricultural catchment. Wat. Res. 29: 2441-2448.

Crisinel, A.; L. Delauney; D. Rosel; J. Tarradellas; H. Meyer; H. Saiah; P. Vogel; C. Delisie & C. Blaise. 1994. Cyst-based ecotoxicological tests using anostracans: comparison of two species of *Streptocephalus*. Environ. toxicol. Water Qual. 9: 317-326.

Fernández-CasalderryY, A.; M.D. Ferrando & E: Andreu. 1992. Acute toxicity of several pesticides to rotifer (*Brachionus calyciflorus)*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 48: 14-17.

Fliedner, A. 1996. Effects of Lindane on the planktonic community in freshwater microcosms. Ecotoxicol. Environ. Saf. 33: 228-235.

Green, D.W.J.; K.A. Willians & D. Pascoe. 1986. Studies on acute toxicity of pollutants to freshwater macroinvertebrates 4: Lindane (Gamma-hexachlorocyclohexane). Arch. Hydrobiol. 106: 263-273.

Green, A.S. & G.T. Chandler. 1996. Life-table evaluation of sediment-associated chlorpyrifos chronic toxicity to the benthic copepod, *Amphiascus tenuiremis*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 31: 77-83.

Hart, L.J. 1997. Exposure of Tilapian fish to the pesticide lindane results in hypocellularity of the primary hematopoietic organ (promephros) and the spleen without altering activity of phagocytic cells in these organs. Toxicol. 118: 211-221.

Heckman, C.H. 1982. Pesticide effects on aquatic habitats. Environ. Sci. Technol. 16: 48A-57A.

Iannacone, J.A. 1998. *Panagrellus* nemátode que ayuda a monitorear el contenido de plaguicidas en suelos y aguas. Boletín RAAA (Perú) 28: 16.

Iannacone, J.A. & L. Alvariño. 1998. Ecotoxicidad aguda del insecticida organofosforado temephos sobre *Chironomus calligraphus* Goeldi (Diptera: Chironomidae). Acta Ent. Chilena 22: 53-55.

Kiviranta, J.; A. Abdel-Hameed; K. Sivonen; S.I. Niemelal & G. Carlberg. 1991. Toxicity of Cyanobacteria to Mosquito Larvae-Screening of Active Compounds. Environ. Toxicol. Water Qual. 8: 63-72.

Knobeloch, L.M.; G.A. Blondin & J.M. Harkin. 1990a. Use of submitocondrial particles for prediction of chemical toxicity in man. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 19: 661-668.

Kosalwat, P. & A.W. Knight. 1987a. Acute toxicity of aqueous and substrate-bound copper to the midge *Chironomus decorus*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16:275-282.

Kosalwat, P. & A.W. Knight. 1987b. Chronic toxicity of copper to the parcial cycle of the midge *Chironomus decorus*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16:283-290.

Kungolos, A. & I. Aoyama. 1993. Interaction effect, food effect, and bioaccumulation of cadmium and chromium for the system *Daphnia magna- Chlorella ellipsoidea*. Environ. Toxicol. Water Qual. 8: 351-369.

Maund, S.J.; A. Peither; E.J. Taylor; Y. Juttner; R. Beyerle-Pfnur; J.P. Lay & D. Pascoe. 1991. Toxicity of lindane to freshwater insect larvae in compartments of an experimental pond. Ecotoxicol. Environ. Saf. 23: 76-88.

Martínez, T.L.; B.M. Ramírez.; C.G. Germán; I.C. Galarc.; Madrigal M.O.; V.G. Ulloa. & M.F. Orozco. 1997. Toxic effect of sodium dodecylbenzenesulfonate, lead, petroleum, and their mixtures on the activity of acetylcholinesterase of *Moina macrocopa in vitro*. Environ. Toxicol. Water Qual. 12: 211.215.

Merritt, R.W. & K.M Cummins. 1984. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall. Hunt Publishing Co. Dubuque, I.A.

Moore, M.T.; D.B. Huggett; W.B.Jr. Gillespie; J.H.Jr. Rodgers & C.M. Cooper. 1998. Comparative toxicity of chlordane, chlorpyrifos, and aldicarb to four aquatic testing organisms. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 34: 152-157.

Phipps, G.L; V.R. Mattson & G.T. Ankley. 1995. Relative sensitivity of three freshwater benthic macroinvertebrates to ten Contaminants. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 28: 281-286.

Pimentel, D. 1998. Environmental and economic issues associated with pesticide use. Book of abstracts International Conference on Pesticide use in Developing Countries: Impact on Health and Environment, Costa Rica. 272 pp.

Reyes, JG; J.A. Medina & C. L. Villagrana. 1996. Toxic effects of organochlorine pesticides on *Penaeus vannamei* shrimps in Sinaloa, Mexico. Chemosphere 33: 567-575.

Servicio Nacional de Sanidad Agrária (SENASA). 1995. Compendio de plaguicidas agrícolas y sustancias afines registrados en el Servicio Nacional de Sanidad Agraria- Ministerio de Agricultura. Lima-Perú. 170 pp.

Snedel, B.C.; J.A. Bopraczek; R.K. Peddocord; P.A. Clifford & T.M. Dillón. 1994. Trophic transfer and biomagnification potential of contaminants in aquatic ecosystems. Rev. Env. Contam. Toxic. 136: 21-89.

Stork, N.E. 1993. How may species are there?. Biodiversity and Conservation 2: 215-232.

Streble, H. & D. Krauter. 12987. Atlas de los microorganismos de agua dulce: La vida en una gota de agua. Ed. Omega. (España) 357 pp.

Taylor, P.A. 1993. An evaluation of the toxicity of various forms of chlorine to *Ceriodaphnia dubia*. Environ. Toxicol. Chem. 12: 925-930.

Taylor, E.J.; S.J. Maund & D. Pascoe. 1991. Evaluation of a chronic toxicity test using growth of the insect *Chironomus riparius* Meigen. In: Bioindicators and environmental management. Jeffrey DW. & B. Madden (Eds)., Proc. 6th IUBS Symposium, Dublin, 1990. Academic Press, London, pp. 343-352.

Taylor, E.J.; S.J. Blockwell; S.J. Maund & D. Pascoe. 1993. Effects of lindane on the life-cycle of a freshwater macroinvertebrate *Chironomus riparius* Meigen (Insecta: Diptera). Arch, Environ. Contam. Toxicol. 24: 145-150.

Thankamoni, A.V.G. & S.K. Konar. 1996. Pollutional effects of chlorpyrifos on fish, fish food organisms and water quality. Environ. Ecol.14:723-730.

Van Den Brink, P.J.; R.P.A. Van Wijngaarden; W.G.H. Lucassen; T.C.M. Brock & P. Leeuwangh. 1996. Effects of the insecticide Dursban registered 4E (active ingredient chlorpyrifos) in outdoor experimental ditches: 2. Invertebrate community responses and recovery. Environ. Toxicol. Chem. 15:1143-1153.

Van Der Hoeven, N. & A.A.M. Gerritsen. 1997. Effects of chlorpyrifos on individuals and populations of *Daphnia pulex* in the laboratory and field. Environ. Toxicol. Chem. 16: 2438-2447.

Van Wijngaarden, R.P.A.; P.J. Van Den Brink; S.J.H. Crum; J.H. oude Voshaar; T.C.M. Brock & P. Leeuwangh. 1996. Effects of the insecticide Dursban registered 4E (active ingredient chlorpyrifos) in outdoor experimental ditches: 1. Comparison of short-term toxicity between the laboratory and the field. Environ. Toxicol. Chem. 15: 1133-1142.

Wilson, E.O. 1988. The current state of biological diversity. In: Biodiversity. Wilson, E.O. & F.M. Peters (eds.). Washinton, D.C. National Academy Press. pp. 3-18.

Wong, CK; K.H.Chu & F.F. Shum. 1995. Acute and chronic toxicity of malathion to the freshwater cladoceran *Moina macrocopa*. Water, Air & Soil Pollut. 84: 399-405.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 41-43, 2000

REPTILES DEL PARQUE NACIONAL "NEVADO DE TRES CRUCES" (III REGION, CHILE)

Reptiles from "Nevado de Tres Cruces" National Park (III Region, Chile)

RODRIGO MORENO[1], JORGE MORENO[2], FERNANDO TORRES-PEREZ[1] Y JUAN CARLOS ORTIZ [1]

RESUMEN

El Parque Nacional "Nevado de Tres Cruces" se encuentra ubicado en la Cordillera Alto-andina de la III Región de Atacama (Chile), e incluye dos sectores separados geográficamente con un área total de 59.081, 87 ha. Se caracteriza por presentar un clima de desierto frío de montaña y ser representativo de la subregión del Altiplano y de la Puna. Entre los años 1996 y 1997 se realizaron prospecciones sistemáticas de muestreo determinándose que existe muy baja representatividad de especies de reptiles. Estos corresponden a *Liolaemus patriciaiturrae* y *L. rosenmanni* en el sector norte y *Liolaemus* sp. en el sector sur. Se enfatiza la importancia del conocimiento a nivel específico de los reptiles en áreas destinadas para la conservación de la biodiversidad.

ABSTRACT

The "Tres Cruces Nevado" Chilean National Park is located on the high plateau of the Andes Mountains in the Atacama region (Chile) with a total surface of 59.081, 87 ha including two geographically separated areas. It is characterized by the cold dry weather of the high mountains, and is representative of the climate of the Altiplano and Puna subregion. Between 1996 and 1997 field samplings of autochthonous reptiles were done. Reptilian fauna is represented by only three lizard species: *Liolaemus patriciaiturrae* and *L. rosenmanni*, in the northern area and *Liolaemus* sp. in the southern area of the park. This study emphasizes the importance of the systematic knowledge of the autochthonous reptilians to thier biological conservation.

KEYWORDS: "Nevado de Tres Cruces" National Park, Reptiles, *Liolaemus*, "*ruibali*" group, Chile.

INTRODUCCION

El Parque Nacional "Nevado de Tres Cruces" fue creado en el año 1994 dentro del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), el cual se encuentra ubicado en la Meseta Alto-andina de la Provincia de Copiapó, III Región, Chile. Presenta una superficie total de 59.081, 87 ha y está dividido en dos sectores separados geográficamente por aproximadamente 80 km: El sector norte con una superficie de 46.994,37 ha incluye el sur del Salar de Maricunga, la Laguna Santa Rosa y el río Lamas; el sector sur con 12.137,50 ha comprende la Laguna del Negro Francisco y la desembocadura del río Astaburuaga (Fig.1). El clima corresponde al Desierto Frío de Montaña con fuertes oscilaciones térmicas entre el día y la noche (Fuenzalida 1967). Desde el punto de vista de la vegetación, en el Parque se protege y conserva la formación vegetacional de la Estepa Desértica de los Salares Andinos de la subregión del Altiplano y de la Puna (Gajardo 1993;

[1]Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. Casilla 160-C, Concepción, Chile.

[2]Museo Regional de Atacama. Casilla 134, Copiapó, Chile.

CONAF 1997). Además ha sido considerado un sitio de prioridad I en el Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile (Muñoz *et al.* 1996).

Este Parque protege una fauna de 72 especies de vertebrados (CONAF 1997), de las cuáles 16 especies se encuentran con problemas de conservación (Glade 1988). Sin embargo, se cuenta con una escasa información sobre las especies de reptiles que están siendo protegidas dentro de sus límites, por lo que se hace necesario realizar un inventario detallado de éstas. Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente estudio es entregar antecedentes taxonómicos sobre la composición de especies de reptiles que habitan en el Parque Nacional "Nevado de Tres Cruces".

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron prospecciones sistemáticas de muestreo durante los meses de diciembre de 1996 a febrero de 1997, cubriendo el máximo de áreas posibles en los dos sectores que comprende el Parque, ubicados en los 26º56'S; 68º54'W y 27º31'S; 69º17'W (Fig.1). Los ejemplares capturados se determinaron taxonómicamente utilizando literatura especializada. Adicionalmente se tomaron registros de las localidades de captura e información de las características del hábitat.

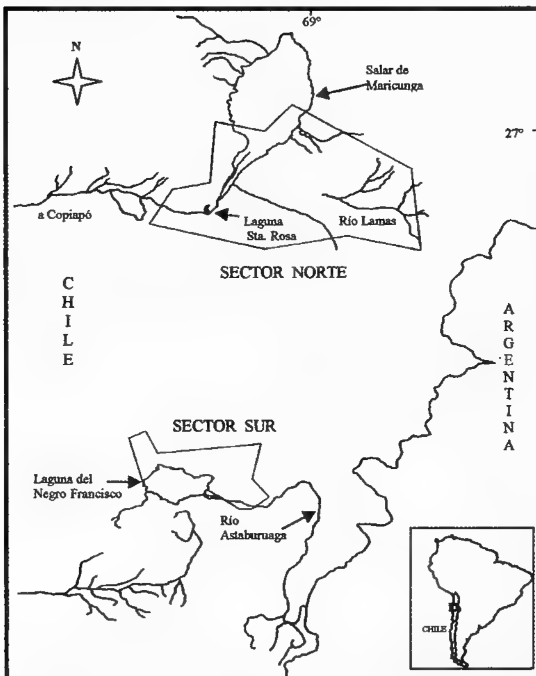


FIGURA 1. Ubicación geográfica de los sectores norte y sur del Parque Nacional "Nevado de tres cruces".

RESULTADOS

En el sector norte, en los alrededores de la Laguna Santa Rosa, se recolectaron ejemplares de *Liolaemus rosenmanni* Nuñez & Navarro, 1992 a ±3.780 m.s.n.m., asociado a terrenos arenosos, bajo rocas, en cuevas o en madrigueras abandonadas de *Ctenomys fulvus*. En simpatría con la anterior se encontró a *L. patriciaiturrae* Nuñez & Navarro, 1993, a ±3.800 m.s.n.m. en laderas arenosas abiertas, bajo y entre grietas de rocas criofracturadas donde encuentra refugio y vive asociado a la vegetación dominante de "tipo coironal" (gramíneas del género *Festuca* y *Stipa*).

En el sector sur se detectó la presencia de dos poblaciones de saurios que habitan en áreas disjuntas de laderas arenosas. La primera se ubica hacia el extremo nororiental del Parque en el área denominada Quebrada de la Sal (27º25'S; 69º06'W) a ± 4.230 m.s.n.m. La segunda población, se encuentra en la ribera suroeste de la Laguna del Negro Francisco a ± 4.140 m.s.n.m. Estas poblaciones corresponden a un *Liolaemus*, cuyas características morfológicas lo relacionan al grupo "*ruibali*" (sensu Cei 1986). Bajo este contexto, se realizó una comparación con *Liolaemus eleodori* Cei, Etheridge & Videla, 1983, especie que ha sido señalada habitando en los alrededores de esta área del Parque por Nuñez y Torres-Mura (1992). Se determinó que esta especie difiere fuertemente en sus caracteres morfológicos con respecto a los de *L. eleodori* (ver Tabla I). En lo que respecta a colúbridos, no se encontró ninguna especie en los dos sectores muestreados.

DISCUSION

Se ha señalado que los ecosistemas andinos se presentan como lugares adecuados para el desarrollo de algunos herpetozoos adaptados a ambientes extremos (Donoso-Barros, 1966; Cei, 1986), fundamentalmente representados en los márgenes altoandinos por saurios tropidurinos, con escasa representatividad en anfibios (Veloso & Nuñez 1998). En el Parque Nacional "Nevado de Tres Cruces" los reptiles se encuentran pobremente representados, con tres especies de *Liolaemus* afines al grupo "*ruibali*"(Cei 1986). Estos resultados son concordantes con el alto grado de endemismo y la baja riqueza de especies señalados para estos ambientes del norte chileno (Donoso-Barros, 1966;

TABLA I. Comparación exosomática entre las especies *Liolaemus eleodori* y *Liolaemus* sp.

Liolaemus eleodori Cei, Etheridge & Videla, 1983	*Liolaemus* sp.
Rayas irregulares negras transversales en el dorso	Barras dorsales anaranjadas, amarillas o amarillas azufradas y separadas por la banda occipital
Región gular anaranjada y jaspeada de negro	Región gular y ventral melánica
Coloración de fondo blanquecina	Coloración de fondo grisácea oscura
Poros precloacales presentes en ambos sexos	Poros precloacales sólo en machos

Marquet 1994; Marquet *et al.* 1998), lo que se explicaría por las extremas condiciones abióticas impuestas por el medio, las que se ven acentuadas en la zona altiplánica o de Puna (Spotorno *et al.* 1998).

Liolaemus patriciaturrae es una especie que se distribuye en los alrededores del Salar de Pedernales (Navarro & Nuñez 1993) por lo que su presencia en el Parque constituye un nuevo registro; la captura de ejemplares de *L. rosenmanni* corrobora lo señalado por Muñoz *et al.* (1996). Los *Liolaemus* encontrados en el sector sur del Parque merecen especial atención. Nuñez y Torres-Mura (1992) señalan la presencia de *L. eleodori* en las cercanías de la Laguna del Negro Francisco, pero las comparaciones morfológicas realizadas con esta especie (caracteres de diseño, coloración y presencia de poros precloacales) muestran una disimilitud entre ellas, lo que hace presuponer que *Liolaemus* sp. correspondería a una nueva entidad taxonómica.

Las especies señaladas en este trabajo, presentan distribuciones geográficas restringidas, siendo endémicas de los ambientes altoandinos (Nuñez & Navarro, 1992; Navarro & Nuñez, 1993). El conocimiento de estos nuevos antecedentes son de relevancia para futuros estudios que involucren los atributos biológicos de estas especies, de modo de establecer su estatus actual de conservación y consecuentemente, un aporte a la desconocida biología de las especies de altamontaña.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Héctor Correa C., Director de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), Región de Atacama por el apoyo logístico brindado para la realización de este trabajo, a Fernando Bascuñan y Héctor Oyarzo por su valiosa cooperación de antecedentes, a los guardaparques del Campamento Refugio por su ayuda en terreno y al Dr. Eduardo Tarifeño por la traducción del resumen.

BIBLIOGRAFIA

Cei, J.M., R. Etheridge & F. Videla. 1983. Especies nuevas de iguánidos del noroeste de la provincia de San Juan (Reserva provincial San Guillermo), Argentina. Deserta 7: 316-323.

Cei, J.M. 1986. Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina. Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas. Museo Regionale di Science Naturali. Torino (Italia). Monografie IV. 527 págs.

CONAF. 1997. Plan de Manejo Parque Nacional Nevado de Tres Cruces. Documento de Trabajo Nº255. Mieres, G. (Ed.). Santiago, Chile. 117 págs .

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ed. Universidad de Chile. 458 págs.

Fuenzalida, H. 1967. Clima. En: Geografía Económica de Chile. Texto Refundido de CORFO. Santiago, Chile. 98-152.

Gajardo, R. 1993. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. Ed. Universitaria. CONAF. Santiago. 165 págs.

Glade, A. 1988. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. CONAF. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile. 68 págs.

Marquet, P.A. 1994. Diversity of small mammals in the Pacific Coastal Desert of Perú and Chile and in the adjacent Andean area: Biogeography and community structure. Australian Journal of Zoology. 42: 527-542.

Marquet, P.A., F. Bozinovic, G.A. Bradshaw, C. Cornelius, H. Gonzales, J.R. Gutierrez, E. Hajek, J.A. Lagos, F. Lopez-Cortez, L. Nuñez, E. F. Rosello, C. Santoro, H. Samaniego, V.G. Standen, J.C. Torres-Mura & F.M. Jaksic. 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina en el norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 71(4): 593-617.

Muñoz, M., H. Nuñez & J. Yañez. 1996. Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. Ministerio de Agricultura. CONAF. Santiago, Chile. 203 págs.

Navarro, J. & H. Nuñez. 1993. *Liolaemus patriciaiturrae* y *Liolaemus isabelae*, dos nuevas especies de lagartijas para el norte de Chile. Aspectos biogeográficos y citotaxonómicos (Squamata, Tropiduridae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 44: 99-113.

Nuñez, H. & J. Navarro. 1992. *Liolaemus rosenmanni*, una nueva especie de lagartija relacionada al grupo "*ruibali*". Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 43: 55-62.

Nuñez, H. & J.C. Torres-Mura. 1992. Adiciones a la herpetofauna de Chile. Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 322: 3-7.

Spotorno, A.E., C. Zuleta, A. Gantz, F. Saiz, J. Rau, M. Rosenmann, A. Cortes, G. Ruiz, L. Yates, E. Couve & J.C. Marin. 1998. Sistemática y adaptación de mamíferos, aves, insectos fitófagos de la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 71(4): 501-526.

Veloso, A. & H. Nuñez. 1998. Inventario de especies de fauna de la Región de Antofagasta (Chile) y recursos metodológicos para almacenar y analizar información de biodiversidad. Revista Chilena de Historia Natural. 71(4): 555-569.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 45-47, 2000

ARCTIDES REGALIS HOLTHUIS, 1963 (SCYLLARIDAE, ARCTIDINAE) UNA NUEVA "LANGOSTA CHATA" EN AGUAS OCEANICAS CHILENAS

Arctides regalis Holthuis, 1963 (Scyllaridae, Arctidinae): A new record in Chilean oceanic waters

MARCO A. RETAMAL R.*

RESUMEN

Se identifica una nueva "langosta chata", *Arctides regalis*, en los fondos rocosos que circundan Isla de Pascua (27º 8' Lat. S; 109º20' Long. W), posesión oceánica chilena.

ABSTRACT

Arctides regalis Holthuis 1963, a slipper - lobster is identified on the bottoms around Easter Island (27º 8' Lat.S; 109º 20' Long.W) a Chilean oceanic island.

KEYWORDS: Scyllaridae, Arctidinae, oceanic, slipper – lobster.

INTRODUCCION

Entre las especies de langostas que habitan las aguas insulares chilenas podemos reconocer dos tipos mediante la morfología de sus antenas: Palinuridae (provistas de flagelos antenales o "langostas espinosas") y Scyllaridae (sin flagelos antenales o "langostas chatas"). En el Archipiélago de Juan Fernández y en las islas San Félix y San Ambrosio se ha reportado la familia Palinuridae representada por las especies *Jasus frontalis* H. Milne Edwards, 1834 y *Projasus bahamondei* George, 1976, y en Isla de Pascua a *Palunirus pascuensis* Reed, 1954; mientras que de la familia Scyllaridae se ha identificado a *Parribacus perlatus* Holthuis, 1967 y *Scyllarides rogeenveni* Holthuis, 1967 en Isla de Pascua y a *Scyllarus delfini* (Bouvier, 1909) en el Archipiélago de Juan Fernández, (Holthuis, 1996 y Retamal, 1999).

*Oceanography, Universidad de Concepción, casilla 160-C. marretam@udec.cl

Metodología

Durante el crucero CIMARISLAS V, realizado en 1999, a las islas de Pascua y Salas y Gómez , se recolectó decápodos bentónicos con una rastra Agassiz y buceo autónomo. Entre los ejemplares recolectados mediante buceo autónomo en el Hotu Marotiri, Isla de Pascua, a 12 m de profundidad se reconoce 4 especimenes de "langosta chata".

RESULTADOS

Los ejemplares de "langosta chata" son identificados como: *Parribacus perlatus* y *Arctides regalis* de la Familia Scyllaridae cuyos representantes son conocidos como "Spanish lobsters", "Cigalle", "Slipper-lobster" o "Langostas chatas". Estas especies se caracterizan por presentar el caparazón muy deprimido, el exoesqueleto muy calcificado y ornamentado. Los ojos estan incluídos en órbitas. Las antenas son cortas, muy planas, con proyecciones distales, sin flagelo antenal. Las mandíbulas pueden tener un palpo simple o bisegmentado (Sub familia Ibacinae) o trisegmentado (Sub familia Arctidinae). Los pereiópodos son simples, excepto por una diminuta quela en el dactilopodito del quinto par de las hembras. No existe pleópodos en el primer segmento abdominal; el resto de los pleópodos son birrámeos, lamelados, más pequeños en los machos que en las hembras. Los huevos son pequeños.

La especie *Arctides regalis* pertenece a la Sub familia Arctidinae cuyas características diferenciales son presentar el caparazón convexo, levantado en su región longitudinal media y muy ornamentado. Con una pequeña incisión cervical o sin ella. Mandíbula con el palpo trisegmentado.

Arctides regalis Holthuis, 1963.
"Rape-Rape"
Fig. 1.

Diagnosis: El primer segmento abdominal tiene una muesca transversal dorsal. Los segmentos abdominales estan provistos de una variada ornamentación a ambos lados de la línea media, con anchos lóbulos en las porciones laterales. Las áreas desnudas estan separadas de las ornamentadas por suturas angostas y peludas que en los segmentos 2-5 ocupan casi la mitad de la longitud de los mismos. Propodito, carpopodito y meropodito de los pereiópodos 2-5 con bandas de color anaranjado. Detrás de la espina gástrica existe una hilera de 3 espinas simples. Los dentículos del margen distal del quinto o último segmento antenal son grandes, en relación al tamaño de aquellos presentes en *A. guineensis*, la especie morfologicamente más cercana, propia del Atlántico.

Distribución geográfica y batimétrica: En la Región Indo - Pacífico Oriental. Océano Indico Oriental (Islas Mauritius y Réunion), Nueva Caledonia, Islas Hawaianas. Pacífico Oriental, Isla de Pascua (Hotu Marotiri), Chile. Los registros de Holthuis (*op.cit*) y Retamal (*op.cit*) indican que habita entre 5-50 m. sobre los bordes externos de los corales.



FIGURA 1. *Arctides regalis,* Holthuis 1963.

CONCLUSIONES

De la fauna carcinológica chilena la Sección Palinura, agrupa a las "langostas espinosas y chatas", todas exclusivamente insulares y oceánicas excepto *Projasus bahamondei* George, 1976, especie que también se encuentra frente a Chile continental desde Huasco al Golfo de Arauco; en Chile se había identificado seis especies de Scyllaridae y Palinuridae. Luego de la identificación realizada a los decápodos recolectados por CIMARISLAS V se reconoce una nueva subfamilia, un nuevo género y una nueva especie en aguas chilenas: *Arctides regalis* perteneciente a la familia Scyllaridae.

Esta especie ya era conocida en otras áreas de la Región Indo-Pacífico Oriental, siendo el lugar más cercano a Isla de Pascua, conocido anteriormente, "áreas alrededor de Oahu", una isla del archipiélago Hawaiano. De esta área se ha reportado cinco especies de adultos de "langostas-chatas" y algunas de sus larvas a 16 millas al E. de Isla Johnston (Johnson,

1971) en donde se recolectó dos larvas de *A. regalis* en estado VIII y X, espectivamente.

Con este hallazgo se extiende la distribución de la especie desde el archipiélago Hawaiano hasta Isla de Pascua, Chile, zoogeograficamente ubicada en la Provincia Rapanuiana de acuerdo a los registros de su fauna de aguas someras.

BIBLIOGRAFIA

Holthuis, L. 1996. The lobster of the World. World Biodiversity Database CD-Rom Series ETI (Holanda).

Johnson, M. 1971. The Phyllosoma larvae of Slipper lobster from the Hawaiian Islands andAdjacent Areas.Crustaceana 20 (1): 77-103.

Retamal, M. 1999. Los Decápodos de Chile. World Biodiversity Database CD-Rom Serie. ETI (Holanda).

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 49-52, 2000

BUFO RUBROPUNCTATUS GUICHENOT EN ARGENTINA: REGISTROS RECIENTES Y NUEVOS HABITATS PARA LA ESPECIE

Bufo rubropunctatus in Argentina: New records and new habitats

FELIX VIDOZ[1] Y CARMEN A. UBEDA[2]

RESUMEN

Bufo rubropunctatus es un sapo endémico de los bosques templados autrales distribuido principalmente en el sur de Chile; en Argentina su distribución es muy restringuida en el sur de la provincia de Río Negro y en el norte de la de Chubut. La especie estaba citada sólo para bosques húmedos de *Nothofagus*, en lugares sombríos y bajo refugios. En este trabajo se reportan nuevos hábitats, que incluyen ambientes secos y abiertos, algunos con cierto grado de disturbio (ganadería, incendios forestales previos y deforestación), ubicados en el extremo oriental de distribución de la especie, que abarca los ambientes más xéricos de los bosques hacia la transición con la estepa patagónica. Se registró un hábito terrícola y caminador, con actividad diurna en terrenos secos y arenosos muy expuestos al sol. Adicionalmente, se discuten aspectos sobre el estado de conservación de la especie.

ABSTRACT

Bufo rubropunctatus is an endemic toad of the austral temperate forest, distributed mainly in southern Chile; in Argentina its distribution is restricted solely to the south of Rio Negro Province and north of Cubut Province. The species has been collected only from humid *Nothofagus* forests, in shady places and under refuges. In this work, new habitats, including dry and open environments, are reported, some with a certain degree of disturbance (cattle raising, previous forest fires and deforestation), located at the eastern edge of the distribution of the species that embraces the most xeric forest environments in transition to the patagonian steppe. The toad exhibited terrestrial and diurnal activity, walking rapidly (not jumping) over dry and sandy soils, under very sunny conditions. Additionally, some aspects of the conservation status of the spcies are discussed.

KEYWORDS. *Bufo rubropunctatus*, Anura, distribution, habitat, temperate austral forests, Patagonia.

Bufo rubropunctatus Guichénot es un sapo endémico de los bosques templados australes (Gallardo, 1962; Formas, 1979 y 1995; Cei, 1980; Frost, 1999). Fue descripto originalmente para "los bosques húmedos de la provincia de Valdivia" en Chile (Guichénot, 1848: 128-129, lám. 5 fig. 4).

En Chile *B. rubropunctatus* se distribuye desde Ramadillas (Provincia de Arauco) (Ortiz, com. pers.) hasta el sur de Puerto Montt (Provincia de Llanquihue), y en la Isla Grande de Chiloé (Cei, 1962). En Argentina la especie tiene una distribución mucho más restringida; fue citada sólo en cuatro localidades de baja altitud en el suroeste de la provincia de Río Negro y noroeste de la provincia de Chubut: El Bolsón, El Hoyo, Brazo sur del lago Puelo y lago Futalaufquen (Gallardo, 1962 y 1992) (Figura 1). Probablemente esta distribución represente una ingresión desde el oeste a través de la Cordillera de los Andes por el valle transversal del lago Puelo, de vertiente pacífica, el área de menor altitud y de clima más cálido del noroeste de la Patagonia argentina.

[1]Administración de Parques Nacionales. Intendencia Parque Nacional Lago Puelo, (U9211ADA) Lago Puelo, Chubut. Argentina. pueloneb@red42.com.ar

[2]Departamento de Zoología. Centro Regional Bariloche. Universidad Nacional del Comahue. Unidad Postal Universidad. (R 8400 FRF) San Carlos Bariloche. Río Negro. Argentina. cubeda@bariloche.com.ar

Relevamientos propios recientes (1992-2000) y el análisis de material de colecciones (MACN y CENAI) permitieron incorporar nuevas localidades, ampliando el conocimiento de la distribución y del hábitat de la especie (Figura 1, Tabla 1). La gran mayoría del material examinado fue colectado en la década de 1960 y, al igual que los registros recientes propios, se concentran en los alrededores del Lago Puelo.

Con respecto al hábitat de la especie, ésta fue citada en Chile para bosques húmedos de *Nothofagus*, en lugares sombríos, bajo piedras, troncos caídos y entre la hojarasca (Guichénot, 1848; Capurro, 1958; Vellard, 1959 y Cei, 1962).

A pesar de las numerosas colectas realizadas en Argentina entre los años 1961 y 1971 (MACN y CENAI), no existen referencias del hábitat ni de la altitud del material colectado. La única referencia escrita sobre un hallazgo fue proporcionada por Gallardo (1992), cuando indicó: "... en el Brazo Sur del Lago Puelo hallé debajo de grandes troncos caídos varios ejemplares de otra especie de *Bufo* patagónico, *Bufo rubropunctatus* del cual me había ocupado anteriormente (Gallardo, 1962)".

Si bien el área de distribución conocida en Argentina está contenida en la región de los bosques andinopatagónicos, es muy heterogénea desde el punto de vista ambiental. Las localidades de Argentina constituyen el extremo oriental de la distribución de la especie, donde están representados los ambientes más xéricos de estos bosques hacia la transición con la estepa, como consecuencia del

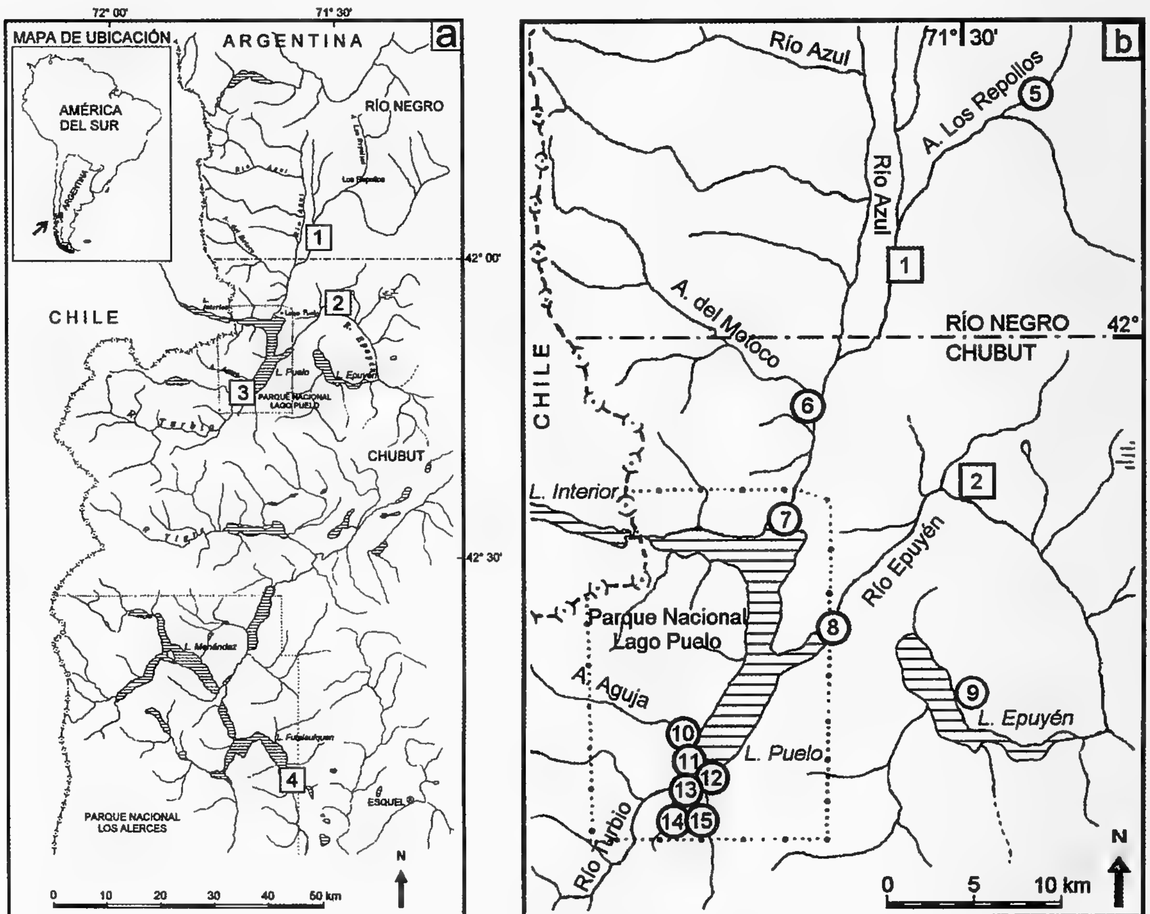


FIGURA 1. Mapa de localidades de *Bufo rubropunctatus* en Argentina: a) Localidades previamente citadas (Gallardo, 1962 y 1992) simbolizadas con un cuadrado; b) Detalle del área de Lago Puelo, nuevas localidades (material de colección y de hallazgos propios) simbolizadas con un círculo. 1) El Bolsón; 2) El Hoyo de Epuyén; 3) Lago Puelo, brazo sur; 4) Lago Futalaufquen; 5) Los Repollos; 6) Arroyo del Motoco, desembocadura en Río Azul; 7) Intendencia P.N. Lago Puelo; 8) El Desemboque, desembocadura Río Epuyén en Lago Puelo; 9) Lago Epuyén; 10) Arroyo Aguja; 11) Río Turbio; 12) Arroyo Derrumbe; 13), 14), 15) Pampa de Fernández. Las localidades 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13,14, y 15 constituyen registros propios.
Se marcan con la línea negra continua los ríos y con sombreado horizontal los lagos. La línea interrumpida indica los límites internacional y provincial; la línea de puntos indica los límites del parque nacional.

TABLA 1. Localidades de hallazgo de *Bufo rubropunctatus* y descripción de ambientes en la Provincia de Chubut Argentina. Los números entre paréntesis identifican las localidades en la figura 1. m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar; PNLP = Parque Nacional Lago Puelo.

Localidad y fecha	Altitud (m s.n.m.)	Descripción del ambiente de hallazgo
6) Arroyo del Motoco (desembocadura en río Azul 23/01/1993	230	Playa de cantos rodados y bloques cercana a bosques mixtos de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y coihue(*Nothofagus dombeyi*).
7) Intendencia Parque Nacional Lago Puelo, PNLP 10/1997	205	Potrero inundado cercano a juncal y bosques de pitra (*Myrceugenia exsucca*).
8) El desemboque (desembocadura del río Epuyén en el lago Puelo), PNLP 08/12/1992	205	Sendero de tierra en valle aluvial cercano a bosques de pitra (*Myrceugenia exsucca*), y maqui (*Aristotelia chilensis* y a laguna vegetada. Ganado presente.
10) Arroyo Aguja, PNLP 21/10/1999	400	Sendero en arbustral abierto de radal (*Lomatia hirsuta*), maqui (*Aristotelia chilensis* y ciprés (*Austrocedrus chilensis*), con suelo semidesnudo cercano a un mallín de 2 has. Area incendiada previamente. Ganado presente.
11) Río Turbio, PNLP 13/02/1998	205	Playa de bloques y llanura aluvial con suelo arenoso semidesnudo y matorral abierto de *Baccharis linearis.* Ganado presente.
12) Arroyo Derrumbe, PNLP 13/02/1998	205	Llanura aluvial con suelo arenoso semidesnudo y matorral de *Baccharis linearis.* Ganado presente.
13), 14), 15), Pampa de Fernández PNLP 13/02/1998 y 31/03/2000	230	Pradera de pastoreo alternando con bosques abiertos de radal (*Lomatia hirsuta*), ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y ñire (*Nothofagus antarctica*). Ganado presente.

fuerte gradiente de precipitaciones decrecientes hacia el este característico de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes. Por otra parte, el área ha sufrido disturbios naturales importantes en algunos esctores, como incendios forestales, o presenta una gran influecia antrópica, resultado de actividades de explotación forestal, agricultura, ganadería y asentamientos humanos.

Los relevamientos propios recientes (1992-2000) en el área del lago Puelo han permitido verificar la presencia de *Bufo rubropunctatus* en hábitats que difieren, algunos notablemente, de los previamente conocidos para la especie, incluyendo ambientes secos y abiertos y con cierto grado de disturbio (Tabla 1). Todos estos hallazgos corresponden a altitudes entre los 200 y los 400 m s.n.m. La presencia en las cercanías de ríos y arroyos debería asociarse con los hábitats de reproducción y desarrollo larvario, que deben ocurrir en charcas temporarias de desborde, similarmente a lo descripto por Fomas y Pugín (1978) en Chile.

En cuanto a los hábitos de la especie, se ha podido observar que *Bufo rubropunctatus* es un sapo terrícola y caminador. A diferencia de lo previamente citado, se han observado juveniles muy activos caminando a pleno sol, aún en días muy calurosos, tanto en terrenos secos y arenosos como en matorrales y bosque abierto. En este sentido, *B. rubropunctatus* muestra hábitos muy similares a los de *Bufo spinulosus papillosus*, especie con la que se encuentra en simpatría y sintopía en el área estudiada.

En cuanto al estado de conservación de *Bufo rubropunctatus,* en Chile la situación parece preocupante dado que fue categorizada recientemente como "En peligro de extinción" en todo su rango de distribución (Regiones VIII, IX y X) (Núñez et al., 1997). En Argentina la especie fue listada como "Rara" (Secretería de Agricultura y Ganadería, 1983) y ha sido recientemente propuesta como "Vulnerable" por el Taller nacional de recalificación de la herpetofauna (Lavilla *et al.*, 2000). Los principales

factores adversos para la especie son su distribución restringida en Argentina, el grado de amenaza sobre su hábitat y la relativa poca protección. Probablemente el Parque Nacional Lago Puelo sea el único Parque que proteja la especie, dado que la misma no se ha vuelto a encontrar en el Parque Nacional Los Alerces, de donde existe un único registro de 1955 para el lago Futalaufquen (Gallardo, 1962). Por otro lado, los recientes hallazgos en localidades con modificaciones antrópicas importantes permiten inferir que la especie es más flexible que lo anteriormente supuesto, constituyendo esto un elemento positivo para su supervivencia.

MATERIAL EXAMINADO

Acrónimos

CENAI: Centro Nacional de Investigaciones Iológicas (actualmente depositada en MACN).

MACN: Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires.

Abreviaturas de provincias: RN= Río Negro; Ch = Chubut.

Bufo rubropunctatus

CENAI, 1354, Lago Epuyén, Ch; 3631-3632, El Bolsón, RN.

MACN, 12373, 12375, 12377,12378, 12380, 15408-15412, 26053, 29263-29280, El Bolsón, RN; 12381, 15415, El Hoyo, Ch; 14835, 14836, 29285-29288, Río Turbio, Ch; 14911, Los Repollos, RN; 26160, 26161, Lago Puelo, Ch.

AGRADECIMIENTOS

A Gustavo Carrizo, Esperanza Varela y Gustavo Couturier por su colaboración en la consulta de material en la Sección Herpetología del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardo Rivadavia". A Esteban Lavilla por la información bibliográfica brindada y a Juan Carlos Ortiz por la información inédita sobre la distribución en Chile. A la administración de Parques Nacionales de Argentina por el permiso de relevamiento y colecta en el Parque Nacional Lago Puelo. A Claudio Chehébar, Eduardo Ramilo, Ricardo Ortubay, Quillén Vidoz, Nicolás Katuchín y Leandro Ballejos por su colaboración en los relevamientos. Trabajo subsidiado parcialmente por el Proyecto 04/B083, para la investigación otorgado por la Universidad Nacional del Comahue.

BIBLIOGRAFIA

Capurro S., L. 1958. Lista preliminar de los anfibios de Chile y breves apuntes sobre su distribución y biología. Inv. Zool. Chilenas 4: 289-299.

Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago de Chile. 128+cviii pp.

Cei, J.M. 1980. Amphibians of Argentina. Monit. zool. ital. (N.S.), Monogr. 2: [i-xii] + 1-609.

Formas, J.R. 1979. La herpetofauna de los bosques temperados de sudamérica: 341-369. En: W.E. Duellman (ed.), The South American herpetofauna: its origin, evolution, and dispersal. Museum of Natural History, The University of Kansas, USA. 485 pp.

Formas, J.R. 1995. Anfibios: 314-325. En: J.A. Simonetti; M.T.K. Arroyo; A.E. Spotorno & E. Lozada (eds.), Diversidad biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Santiago, Chile. 364 pp.

Formas, J.R. & E. Pugín. 1978. Tadpoles of *Hylorina sylvatica, Eupsophus vittatus,* and *Bufo rubropunctatus* in Southern Chile. Herpetologica 34 (4): 355-358.

Frost, D.R. 1999. Amphibians species of the world: an online reference. V2.1. The American Museum of Natural History.

Gallardo, J.M. 1962. Caracterización de *Bufo rubropunctatus* Guichénot y su presencia en la Argentina. Neotropica 8 (25): 28-30.

Gallardo, J.M. 1992. Una nueva localidad para *Bufo variegatus* (Günther) Anura, Bufonidae), Lago La Plata, Chubut, Argentina. Bol. Asoc. Herp. Arg. 8 (2): 2-3.

Guichénot, A. 1848. Reptiles et Pisces: 128-129. Atlas Erpetología: lám. 5 fig. 4. En: C. Gay (ed.), Historia Física y Política de Chile, Zoología, Vol. 2. Maulde & Renou, París. 136 pp. + Atlas Lam. 1-7.

Lavilla, E.O. & M.L. Ponssa (Coordinadores); D. Baldo; N. Basso; A. Bosso; J. Céspedez; J.C. Chebez; J. Faivovich; L. Ferrari; R. Lajmanovich; J.A. Langone; P. Peltzer; C. Ubeda; M. Vaira & F. Vera Candioti. 2000. Categorización de los Anfibios de Argentina. En: E.O. Lavilla; E. Richard & G.J. Scrocchi (eds.), Categorización de los Anfibios y Reptiles de la República Argentina. Asociación Herpetológica Argentina, San Miguel de Tucumán. 108 pp.

Núñez, H.; V. Maldonado & R. Pérez. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Chile (329): 12-19.

Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). 1983. Resolución 144/83, Anexo I. Boletín Oficial, Buenos Aires: 35-67.

Vellard, J. 1959. Estudios sobre batracios andinos. V. El género *Bufo.* Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" 8: 3-48 + xiv lam.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 71, pp, 53-77, 2000

BIODIVERSIDAD Y ZOOGEOGRAFIA DE LOS FORAMINIFEROS BENTONICOS DE ISLA DE PASCUA (27º10' S, 109º20' W), CHILE*

Biodiversity and zoogeography of benthic foraminifera from Easter Island (27º10' S, 109º20' W), Chile

JAIME ZAPATA M.** & JORGE OLIVARES M.***

RESUMEN

Se estudiaron los foraminíferos bentónicos recientes de sedimentos superficiales de Isla de Pascua y de las 133 especies determinadas, 90 son citadas por primera vez para la isla y 65 lo son para aguas chilenas. Del total de especies, 4 correspondieron a aglutinadas y 129 a calcáreas (55 porcelanoides y 74 hialinas). Como especies representativas se mencionan a *Amphistegina lessonii, Amphisorus hemprichii, Discorbis mira, Peneroplis pertusus, Spiroloculina antillarum* y *Sorites marginalis*. Las siete especies dejadas en *nomenclatura aperta* probablemente constituyan nuevas especies, por tanto el grado de endemismo alcanzaría al 7.5%. Zoogeográficamente, basado en la foraminiferofauna bentónica, Isla de Pascua es considerada como provincia, reafirmando lo mencionado por Zapata (1999).

ABSTRACT

The recent benthic foraminiferal in seafloor sediments from Easter Island, were studied. From the total of 133 species determined, 90 are mentioned for the first time for the island and 65 for the chilean seawater. On the other hand, 4 were agglutinated species and 129 calcareous species (55 porcelaneous and 74 hyaline). The following species are mentioned as representative: *Amphistegina lessonii, Amphisorus hemprichii, Discorbis mira, Peneroplis pertusus, Spiroloculina antillarum* and *Sorites marginalis*. The seven species referred to the *nomenclatura aperta* probability are new species, therefore the endemic grade is 7.5%. Zoogeographically, based in the benthic foraminiferical fauna, the Easter Island is recognized as province, reaffirming that mentioned by Zapata (1999).

KEYWORDS: Biodiversity, zoogeography, benthic foraminiferal, Easter Island, Chile.

INTRODUCCION

A pesar de que las islas oceánicas chilenas han sido objeto de muchos estudios, desde los editados por Skottsberg (1920-1951) y Castilla (1987), estos son todavía insuficientes a nivel del inventario faunístico como a los niveles zoogeográfico, paleontológico, tanatocenótico y biocenótico.

Hasta el momento los únicos trabajos foraminiferológicos realizados en estas islas correspondieron a los de Cushman & Wickenden (1929), Zapata & Varela (1976), Zapata & Castillo (1986) y Zapata (1999), todos ellos efectuados en el archipiélago de Juan Fernández. Respecto a Isla de Pascua, Boltovskoy & Watanabe (1975) revisaron sedimento extraído a 126 m de profundidad, en una estación "al sur y en la cercanía de Isla de Pascua". Ellos identificaron 9 especies de foraminíferos planctónicos sedimentados, algunas de las cuales

*Resultados de Proyecto 3225/98 financiado por Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Los Lagos, Osorno.

**Depto. de Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos. Casilla 933, Osorno.

***Depto. de Biología Marina, Universidad Católica del Norte-Coquimbo. Casilla 117, Coquimbo.

fueron consideradas como típicas de aguas cálidas (*Globigerinoides conglobatus*, *G. elongatus*, etc.) y otras de aguas subtropicales (*Globigerinella siphonifera*, *Globigerinoides ruber fma. alba*, *G. trilobus fma. sacculifera*, etc.). Posteriormente, DiSalvo *et al.* (1988) entregaron un listado de 43 especies de foraminíferos bentónicos, sin ilustraciones ni descripciones; además hicieron un reconocimiento ecológico del sublitoral de la isla. Estos antecedentes dejan claramente establecido el deficiente conocimiento que se tiene de los foraminíferos en las islas oceánicas chilenas, en especial de Isla de Pascua, lo cual ha impedido efectuar relaciones zoogeográficas. Sin embargo, Zapata (1999) al modificar el esquema foraminífero-zoogeográfico propuesto por Zapata & Moyano (1997) para el mar chileno, reconoce a Isla de Pascua (y posiblemente la isla de Sala y Gómez) como una nueva provincia zoogeográfica. Lamentablemente, este autor se basó únicamente en el listado de especies de foraminíferos bentónicos entregado por DiSalvo *et al.* (1988). Finalmente, Zapata *et al.* (2000) entregaron antecedentes acerca del ciclo reproductivo y presencia de *Tretomphalus bulloides* (Orbigny) en las islas oceánicas chilenas.

Los objetivos del presente trabajo son: a) Determinar los foraminíferos bentónicos de Isla de Pascua; b) Establecer relaciones zoogeográficas entre los foraminíferos bentónicos de esta isla, del archipiélago de Juan Fernández, del litoral de la subprovincia Chilena y los de Nueva Zelandia.

AREA DE ESTUDIO, MATERIALES Y METODOS

Pascua o Rapa Nui, uno de los lugares más aislado del mundo, es la isla más sud-oriental del archipiélago polinésico, localizándose a los 27º08' S y 109º26' W, aproximadamente a unos 3800 km al oeste del puerto chileno de Caldera (Fig. 1). Esta isla de origen volcánico posee grandes acantilados que caracterizan sus costas rocosas y desprotegidas, sin bahías de abrigo natural; sólo presenta una playa arenosa de aproximadamente 200 m de longitud (Anakena) y otra más pequeña (Ovahe) de unos 50 m de largo. La temperatura mínima superficial media marina fluctúa entre los 17.6-19.4º C (junio-noviembre) y no sufre gran variación entre la superficie y los 30 m de profundidad; mientras que la máxima fluctúa entre 23.7-26.1º C (diciembre-mayo) (Datos obtenidos en el período 1974-1984, según Com. per. del Dr. L. DiSalvo).

Las muestras de sedimento (Tabla I) fueron extraídas mediante buceo autónomo en Caleta Anakena (en 1992) y en Caleta Ovahe (en 1994). Cada una de las muestras consistió en 150 g de sedimento, las que fueron recolectadas por el Dr. Jorge Olivares M. (Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo), segundo investigador del presente trabajo.

El material sedimentológico, recibido en forma seca, fue sometido a la metodología señalada por Boltovskoy (1965). Una vez obtenidas las conchillas por flotación en tetracloruro de carbono, desde cada una de las muestras se procedió a entresacar 100 ejemplares de especies bentónicas. Esta cantidad, según Hayward *et al.* (1999), permite evaluar con suficiente exactitud la composición faunística del área estudiada. El resto del material flotante fue revisado cualitativamente para incluir las especies identificadas en el análisis foraminífero zoogeográfico de la isla. Finalmente, las especies determinadas fueron montadas en portaforaminíferos, contadas y posteriormente fotografiadas al microscopio electrónico de barrido de la Universidad de Concepción (Chile).

En el presente trabajo se sigue la clasificación de familias y géneros señalada por Loeblich & Tappan (1987). Las familias se enumeran por orden alfabético, y dentro de éstas los géneros y especies. La información de las especies de Nueva Zelandia fue obtenida de los trabajos de: Hayward & Grace (1981), Hayward (1981, 1990) y Hayward *et al.* (1997, 1999).

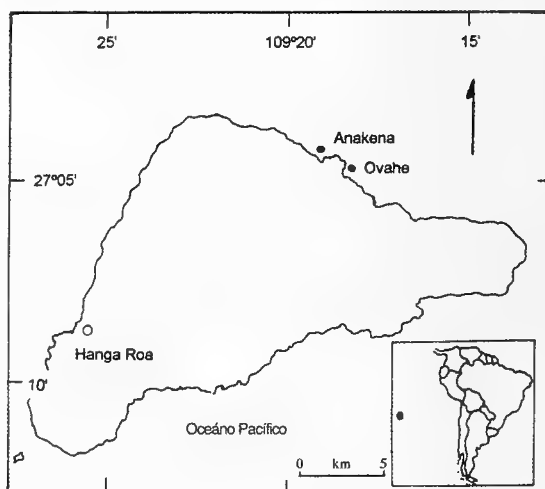


FIGURA 1. Mapa de localización en Isla de Pascua del área de muestreo (Anakena y Ovahe), Chile.

TABLA I. Localidad, estación y profundidad de extracción de las muestras en Isla de Pascua.

Estación	Profundidad (m)
Anakena:	
1	1
2	2
3	2
4	3
5	4
6	5
Ovahe:	
1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	3

Para establecer las afinidades zoogeográficas entre las islas, el litoral de la subprovincia Chilena y Nueva Zelandia se aplicó el índice de afinidad de Kulszinsky-2, usado anteriormente por Moyano (1983) y Zapata (1999). Los datos logrados se llevaron a una matriz y dendrograma de afinidad para su posterior interpretación zoogeográfica.

RESULTADOS

En los sedimentos analizados de Isla de Pascua fueron registradas 41 familias, 65 géneros y 133 especies (Tabla II). Al tomar en consideración la naturaleza de las conchillas de las especies, esta foraminíferofauna se puede distribuir de la siguiente manera:

a) Arenáceos o aglutinados: ellos tienen poca significancia en la isla, ya que están representados solamente por 4 especies (*Miliammina fusca*, *Siphotextularia sp.*, *Textularia agglutinans* y *Trochammina ochracea*) pertenecientes a 4 géneros (*Miliammina*, *Siphotextularia*, *Textularia* y *Trochammina*) y 3 familias (Rzehakinidae, Textulariidae y Trochamminidae).

b) Calcáreos-porcelanoides o imperforados: en este grupo se registraron 5 familias (Cornuspiridae, Fischerinidae, Hauerinidae, Peneroplidae y Spiroloculinidae), 16 géneros y 55 especies. De estas familias sobresale Hauerinidae al estar constituida por 40 especies, seguida de Peneroplidae y Spiroloculinidae con 6 especies cada una. Los géneros predominantes fueron *Quinqueloculina* (con 20 especies), *Spiroloculina* (6 especies) y *Triloculina* (con 5 especies).

c) Calcáreos-hialinos o perforados: ellos conforman la mayor parte de la foraminiferofauna, y comprenden 74 especies pertenecientes a 45 géneros y 33 familias. Como familias dominantes destacan Cibicididae (con 7 especies del género *Cibicides*) y Spirillinidae (con 7 especies del género *Spirillina).*

Por su abundancia porcentual (Tabla III), las siguientes especies pueden ser consideradas como características en la isla: *Amphistegina lessonii fma. tumida* (6-6.9%) y *Amphisorus hemprichii* (5-5.9%). En menor grado de abundancia se encuentran: *Amphistegina lessonii fma. typica*, *Discorbis mira*, *Miliolinella labiosa*, *M. subrotunda*, *Sorites marginalis*, *Spiroloculina antillarum*, *Stomatorbina concentrica* y *Svratkina australiensis.*

Como especies cosmopolitas, por haber sido encontradas en todas las áreas mencionadas en el presente trabajo, se encuentran *Globocassidulina minuta*, *Cornuspira involvens*, *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminula*, *Triloculina trigonula*, *Patellina corrugata* y *Trifarina angulosa*.

También se encontraron ejemplares aislados de especies que habitan el litoral chileno (Zapata & Gutiérrez, 1995; Zapata & Moyano, 1997) influenciado por agua subantártica de la Corriente de Humboldt. Tal es el caso de *Bolivina costata*, *Buccella peruviana*, *Ehrenbergina pupa* y *Nonionella auris*.

Por falta de material de comparación y en parte de bibliografía, algunas (7) de las formas encontradas fueron determinadas momentáneamente hasta el nivel genérico. Es la situación de: *Cibicides sp.* "A", *Cibicides sp.* "B", *Discorbis sp.* "A", *Discorbis sp.* "B", *Fissurina sp.* "A", *Fissurina sp.* "B", *Palliolatella sp.*, *Lagena sp.*, *Spirillina sp.* y *Uvigerina sp.* Probablemente estas formas constituyan nuevas especies.

Al analizar zoogeográficamente, empleando los valores obtenidos de la aplicación del índice de Kulczinsky-2 a los pares de áreas mencionadas (Tabla IV, Fig. 2) se observa que el mayor porcentaje de afinidad existe entre la SCH (Subprovincia Chilena) y JF (Islas Juan Fernández), el cual alcanza a un 36%, producto de compartir 48 especies. Por otro lado, IP (Isla de Pascua) posee 33 especies en comunes con NZ (Nueva Zelandia), llegando por tanto su grado de afinidad solamente al 17%. Entre las dos primeras áreas (SCH y JF) y las últimas (IP y NZ) la afinidad no supera el 16%.

Tabla II. Especies presentes en Isla de Pascua (IP), algunas de las cuales son compartidas también con Islas Juan Fernández (JF), Nueva Zelandia (NZ) y Subprovincia Chilena (SCH).

Especies	IP	JF	NZ	SCH
ACERVULINIDAE				
1. *Acervulina inhaerens* Schultze (Fig. 3)	X		X	
2. *Gypsina vesicularis* (Parker & Jones)	X		X	
ALABAMINIDAE				
3. *Svratkina australiensis* (Chapman, Parr & Collins) (Fig. 4)	X		X	
AMPHISTEGINIDAE				
4. *Amphistegina lessonii* Orbigny fma. *tumida* Petri (Fig. 5)	X			
5. *Amphistegina lessonii* fma. *typica* (Fig. 6)	X			
ANOMALINIDAE				
6. *Hanzawaia concentrica* (Cushman)	X			
7. *Melonis affine* (Reuss)	X			X
BAGGINIDAE				
8. *Rugidia simplex* Collins (Fig. 7)	X		X	
BOLIVINIDAE				
9. *Bolivina costata* Orbigny	X			X
10. *Bolivina subexcavata* Cushman & Wickenden (Fig. 8)	X	X	X	
11. *Bolivina variabilis* (Williamson)	X			
BULIMINOIDIDAE				
12. *Buliminoides parallela* (Cushman & Parker) (Fig. 9)	X			
CASSIDULINIDAE				
13. *Ehrenbergina pupa* (Orbigny)	X			X
14. *Globocassidulina minuta* (Cushman) (Fig. 10)	X	X	X	X
CERATOBULIMINIDAE				
15. *Lamarckina ventricosa* (Brady) (Fig. 11)	X			
CIBICIDIDAE				
16. *Cibicides aknerianus* (Orbigny)	X	X		X
17. *Cibicides candei* (Orbigny) (Fig. 12)	X	X		
18. *Cibicides corticatus* Earland (Fig. 13)	X		X	
19. *Cibicides sp.* "A" (Fig. 14)	X			
20. *Cibicides sp.* "B" (Fig. 15)	X			
21. *Cibicides pseudoungerianus* (Cushman)	X			X
22. *Cibicides variabilis* (Orbigny)	X	X		X
CORNUSPIRIDAE				
23. *Cornuspira involvens* (Reuss) (Fig. 16)	X	X	X	X
DISCORBIDAE				
24. *Cancris sagra* (Orbigny)	X			X
25. *Discorbis mira* Cushman (Fig. 17)	X			
26. *Discorbis parkerae* Natland	X			
27. *Discorbis sp.* "A" (Fig. 18)	X			
28. *Discorbis sp.* "B" (Fig. 19)	X			
29. *Epistominella exigua* (Brady)	X			X
ELLIPSOLAGENIDAE				
30. *Fissurina sp.* "A" (Fig. 20)	X			
31. *Fissurina sp.* "B" (Fig. 21)	X			
32. *Palliolatella sp.* (Fig. 22)	X			
ELPHIDIIDAE				
33. *Elphidium reticulosum* Cushman (Fig. 23)	X		X	
EPONIDIDAE				
34. *Eponides cribrorepandus* (Asano & Uchio)	X		X	
35. *Poroeponides lateralis* (Terquem) (Fig. 24)	X			X
FISCHERINIDAE				
36. *Fischerina helix* Heron-Allen & Earland	X			
37. *Wiesnerella auriculata* (Egger) (Fig. 25)	X		X	

(Continuación Tabla II)

FURSENKOINIDAE				
38. *Sigmavirgulina tortuosa* (Brady) (Fig. 26)	X		X	X
GLABRATELLIDAE				
39. *Conorbella corrugata* (Millett) (Fig. 27)	X			
40. *Conorbella patelliformis* (Brady) (Fig. 28)	X			
41. *Conorbella pulvinata* (Brady) (Fig. 29)	X		X	
HAUERINIDAE				
42. *Erichsenella kegeli* Tinoco	X			
43. *Hauerina atlantica* Cushman	X			
44. *Hauerina bradyi* Cushman	X			
45. *Hauerina occidentalis* Cushman (Fig. 30)	X			
46. *Hauerina pacifica* Cushman (Fig. 31)	X			
47. *Massilina crenata* (Karrer) (Fig. 32)	X			
48. *Massilina pernambucensis* Tinoco (Fig. 33)	X			
49. *Miliolinella labiosa* (Orbigny) (Fig. 34)	X			X
50. *Miliolinella lutea* (Orbigny) (Fig. 35)	X			X
51. *Miliolinella subrotunda* (Montagu)	X	X	X	X
52. *Polysegmentina circinata* (Brady) (Fig. 36)	X			
53. *Pyrgo denticulata* (Brady) (Fig. 37)	X			
54. *Pyrgo depressa* (Orbigny)	X	X	X	
55. *Pyrgo patagonica* (Orbigny)	X			X
56. *Pyrgo subsphaerica* (Orbigny) (Fig. 38)	X			
57. *Quinqueloculina alabamensis* Cushman (Fig. 39)	X			
58. *Quinqueloculina anguina* Terquem (Fig. 40)	X			
59. *Quinqueloculina bicostata* Orbigny	X			
60. *Quinqueloculina candeiana* Orbigny (Fig. 41)	X			
61. *Quinqueloculina collumnosa* Brady (Fig. 42)	X			
62. *Quinqueloculina cuveriana* Orbigny (Fig. 43)	X			
63. *Quinqueloculina distorqueata* Cushman (Fig. 44)	X			
64. *Quinqueloculina isabellei* Orbigny (Fig. 45)	X			
65. *Quinqueloculina kerimbatica* (Heron-Allen & Earland) (Fig. 46)	X			
66. *Quinqueloculina laevigata* (Orbigny)	X	X		
67. *Quinqueloculina lamarckiana* Orbigny (Fig. 47)	X		X	X
68. *Quinqueloculina moynensis* Collins	X			
69. *Quinqueloculina parkeri* (Brady) (Fig. 48)	X			
70. *Quinqueloculina philippinensis* Cushman	X			
71. *Quinqueloculina planciana* Orbigny	X			
72. *Quinqueloculina polygona* Orbigny (Fig. 49)	X			
73. *Quinqueloculina seminula* (Linné)	X	X	X	X
74. *Quinqueloculina subpoeyana* (Cushman) (Fig. 50)	X			
75. *Quinqueloculina sulcata* Orbigny (Fig. 51)	X			
76. *Quinqueloculina tricarinata* Orbigny	X			
77. *Triloculina bertheliniana* (Brady) (Fig. 52)	X		X	
78. *Triloculina laevigata* Orbigny (Fig. 53)	X			
79. *Triloculina oblonga* (Montagu)	X			
80. *Triloculina planciana* Orbigny (Fig. 54)	X	X		
81. *Triloculina trigonula* (Lamarck)	X	X	X	X
HOMOTREMIDAE				
82. *Miniacina miniacea* Pallas (Fig. 55)	X		X	
LAGENIDAE				
83. *Lagena sp.* (Fig. 56)	X			
84. *Lagena trigono-marginata* Parker & Jones (Fig. 57)	X			
MISSISSIPPINIDAE				
85. *Stomatorbina concentrica* (Parker & Jones) (Fig. 58)	X	X	X	
NONIONIDAE				
86. *Astrononion novozealandicum* Cushman & Edwards	X			
87. *Nonionella auris* (Orbigny)	X			X
88. *Nonionella miocenica* Cushman (Fig. 59)	X			
89. *Pullenia subcarinata* (Orbigny)	X	X		X
NUMMULITIDAE				
90. *Heterostegina depressa* Orbigny (Fig. 60)	X			
91. *Heterostegina suborbicularis* Orbigny (Fig. 61)	X			

(Continuación Tabla II)

PATELLINIDAE				
92. *Patellina advena* Cushman	X	X		
93. *Patellina corrugata* Williamson	X	X	X	X
PEGIDIIDAE				
94. *Sphaeridia papillata* Heron-Allen & Earland (Fig. 62)	X			
PENEROPLIDAE (= SORITIDAE)				
95. *Amphisorus hemprichii* Ehrenberg (Fig. 63)	X			
96. *Peneroplis pertusus* (Forskäl) (Fig. 64)	X			
97. *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll) (Fig. 65)	X			
98. *Peneroplis proteus* Orbigny (Fig. 66)	X			
99. *Sorites marginalis* (Lamarck) (Fig. 67)	X		X	
100. *Spirolina arietina* (Batsch)	X			
PLANORBULINIDAE				
101. *Planorbulina acervalis* Brady (Fig. 68)	X		X	
POLYMORPHINIDAE				
102. *Globulina australis* (Orbigny)	X			
REUSSELLIDAE				
103. *Reussella aequa* Cushman & McCulloch	X			
104. *Reussella spinulosa* (Reuss) (Fig. 69)	X		X	
ROSALINIDAE				
105. *Neocorbina terquemi* (Rzehak) (Fig. 70)	X		X	
106. *Tretomphalus bulloides* (Orbigny) (Figs. 71-73)	X	X		
ROTALIIDAE				
107. *Ammonia parkinsoniana* (Orbigny) (Fig. 74)	X		X	
RZEHAKINIDAE				
108. *Miliammina fusca* (Brady)	X		X	X
SIPHOGENERINOIDIDAE				
109. *Loxostomum limbatum* (Brady) (Fig. 75)	X			
110. *Loxostomum limbatum* var. *costulatum* (Cushman) (Fig. 76)	X			
111. *Siphogenerina raphana* (Parker & Jones) (Fig. 77)	X		X	
SPIRILLINIDAE				
112. *Spirillina cariacoensis* Bermudez & Seiglie (Fig. 78)	X			
113. *Spirillina decorata* Brady (Fig. 79)	X			
114. *Spirillina densepunctata* Cushman (Fig. 80)	X			
115. *Spirillina limbata* Brady (Fig. 81)	X			
116. *Spirillina limbata* var. *denticulata* Brady	X			
117. *Spirillina sp.* (Fig. 82)	X			
118. *Spirillina vivipara* Ehrenberg (Fig. 83)	X	X	X	
SPIROLOCULINIDAE				
119. *Spiroloculina antillarum* Orbigny (Fig. 84)	X		X	
120. *Spiroloculina antillarum* var. *angulata* Cushman	X			
121. *Spiroloculina caduca* Cushman (Fig. 85)	X			
122. *Spiroloculina dorsata* Reuss	X			
123. *Spiroloculina grateloupi* Orbigny	X			
124. *Spiroloculina* cf. *subimpressa* Parr	X			
TEXTULARIIDAE				
125. *Siphotextularia sp.* (Fig. 86)	X			
126. *Textularia agglutinans* Orbigny (Fig. 87)	X			
TRICHOHYALIDAE				
127. *Buccella peruviana* (Orbigny)	X			X
TROCHAMMINIDAE				
128. *Trochammina ochracea* (Williamson) (Fig. 88)	X			
UVIGERINIDAE				
129. *Trifarina angulosa* (Williamson) (Fig. 89)	X	X	X	X
130. *Uvigerina auberiana* Orbigny (Fig. 90)	X			
131. *Uvigerina sp.* (Fig. 91)	X			
VAGINULINIDAE				
132. *Lenticulina australis* Parr (Fig. 92)	X		X	
133. *Lenticulina calcar* (Linné)	X	X		X

TABLA III. Distribución cuantitativa (%) de los foraminíferos de Isla de Pascua.

Especie	0.1-0.9	1-1.9	2-2.9	3-3.9	4-4.9	5-5.9	6-6.9
1. *Acervulina inhaerens*		X					
2. *Ammonia parkinsoniana*		X					
3. *Amphisorus hemprichii*						X	
4. *Amphistegina lessonii fma. tumida*							X
5. *Amphistegina lessonii fma. typica*			X				
6. Bolivina subexcavata	X						
7. *Cibicides candei*	X						
8. *Cibicides corticatus*	X						
9. *Conorbella corrugata*		X					
10. *Conorbella patelliformis*	X						
11. *Conorbella pulvinata*	X						
12. *Discorbis mira*			X				
13. *Discorbis sp.* "A"	X						
14. *Discorbis sp.* "B"	X						
15. *Elphidium reticulosum*	X						
16. *Erichsenella kegeli*	X						
17. *Fissurina sp.* "A"	X						
18. *Fissurina sp.* "B"	X						
19. *Globocassidulina minuta*		X					
20. *Hauerina occidentalis*		X					
21. *Hauerina pacifica*	X						
22. *Heterostegina depressa*		X					
23. *Heterostegina suborbicularis*		X					
24. *Lagena sp.*	X						
25. *Lamarckina ventricosa*	X						
26. *Lenticulina australis*		X					
27. *Loxostomum limbatum*		X					
28. *Loxostomum limbatum var. costulatum*	X						
29. *Massilina crenata*	X						
30. *Massilina pernambucensis*	X						
31. *Miliolinella labiosa*			X				
32. *Miliolinella lutea*		X					
33. *Miliolinella subrotunda*			X				
34. *Miniacina miniacea*		X					
35. *Neocorbina terquemi*	X						
36. *Nonionella miocenica*	X						
37. *Palliolatella sp.*	X						
38. *Patellina corrugata*		X					
39. *Peneroplis pertusus*		X					
40. *Peneroplis planatus*		X					
41. *Peneroplis proteus*	X						
42. *Planorbulina acervalis*		X					
43. *Polysegmentina circinata*		X					
44. *Poroeponides lateralis*		X					
45. *Pyrgo denticulata*		X					
46. *Pyrgo depressa*	X						
47. *Quinqueloculina alabamensis*	X						
48. *Quinqueloculina anguina*	X						
49. *Quinqueloculina candeiana*	X						
50. *Quinqueloculina collumnosa*	X						
51. *Quinqueloculina cuveriana*	X						
52. *Quinqueloculina distorqueata*	X						
53. *Quinqueloculina isabellei*	X						
54. *Quinqueloculina kerimbatica*		X					
55. *Quinqueloculina parkeri*		X					
56. *Quinqueloculina planciana*	X						
57. *Quinqueloculina polygona*	X						
58. *Quinqueloculina seminula*		X					
59. *Quinqueloculina subpoeyana*		X					
60. *Quinqueloculina sulcata*	X						
61. *Reussella spinulosa*		X					
62. *Rugidia simplex*		X					

(Continuación Tabla III)

63. *Sigmavirgulina tortuosa*		X					
64. *Siphogenerina raphana*		X					
65. *Sorites marginalis*			X				
66. *Sphaeridia papillata*	X						
67. *Spirillina cariacoensis*	X						
68. *Spirillina decorata*	X						
69. *Spirillina densepunctata*		X					
70. *Spirillina limbata*	X						
71. *Spirillina vivipara*	X						
72. *Spirolina arietina*		X					
73. *Spiroloculina antillarum*			X				
74. *Spiroloculina caduca*	X						
75. *Spiroloculina dorsata*	X						
76. *Stomatorbina concentrica*			X				
77. *Svratkina australiensis*			X				
78. *Tretomphalus bulloides*		X					
79. *Trifarina angulosa*							
80. *Triloculina laevigata*		X					
81. *Triloculina trigonula*		X					
82. *Uvigerina auberiana*	X						
83. *Wiesnerella auriculata*		X					

TABLA IV. Matriz que muestra el grado de afinidad foraminiferológica entre los pares de zonas consideradas en el presente trabajo.

Nº de especies	155	119	133	353
Zonas	SCH	JF	IP	NZ
Subprovincia chilena	-	36	18	15
A. de Juan Fernández	48	-	16	14
Isla de Pascua	26	20	-	17
Nueva Zelandia	32	25	33	-

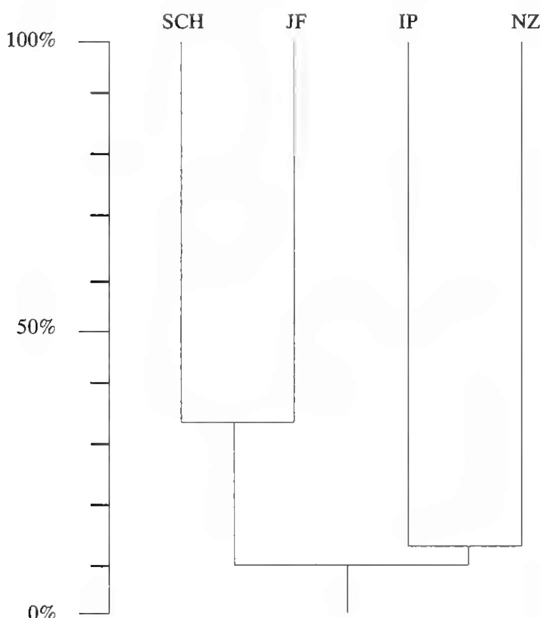


FIGURA 2. Dendrograma que muestra la afinidad foraminiferológica entre Isla de Pascua (IP), Archipiélago de Juan Fernández (JF), Subprovincia Chilena (SCH) y Nueva Zelandia (NZ).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las 133 especies determinadas en Isla de Pascua, se distribuyeron en 4 aglutinadas y 129 calcáreas. Estos datos concuerdan en general con las reglas de distribución de los foraminíferos aglutinados, según las cuales estos ascienden en porcentaje a medida que aumenta la profundidad y que, además, prefieren aguas frías (Boltovskoy, 1963; Boltovskoy & Lena, 1966). En la isla las muestras fueron obtenidas a profundidades no superiores a los 5 m y la temperatura superficial del agua marina fluctúa entre los 17.6-26.1º C, lo cual, junto al hallazgo de géneros como *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Peneroplis* , *Spiroloculina* y otros más, dan a la foraminiferofauna un aspecto subtropical (Boltovskoy, 1976).

La relación dentro de las especies calcáreas es de 55 porcelanoides y 74 hialinas. Según lo especificado por Colom (1974), de que los mares tropicales o templados suelen poseer en sus áreas litorales dominancia de especies de conchillas calcáreas del tipo porcelanoide, especialmente hauerínidos, tal aseveración se cumple en el litoral de Isla de Pascua, ya que es notoria la abundancia de especies porcelanoides.

Como era de esperar, entre las especies encontradas existen algunas cosmopolitas, o sea, que existen en otros lugares del mundo, aparte de las mencionadas en el presente trabajo. Por ejemplo: *Amphistegina lessonii*, *Cancris sagra*, *Cibicides variabilis*, *Cornuspira involvens*, *Melonis affine*, *Miliolinella subrotunda*, *Poroeponides lateralis*,

Quinqueloculina lamarckiana, *Q. seminulum*, *Triloculina tricarinata*, *T. trigonula*, *Trochammina ochracea*, etc.

En lo que se refiere a las especies características, por su abundancia y tamaño, se deben mencionar principalmente a *Amphistegina lessonii* (bajo dos *formae*), *Amphisorus hemprichii*, *Discorbis mira*, *Spiroloculina antillarum* y *Sorites marginalis*. Probablemente, podrían considerarse momentáneamente como especies endémicas a las siete dejadas en nomenclatura abierta. En tal caso el endemismo en la isla alcanzaría solamente a un 7,5%.

Para Briggs (1974), el reconocimiento de nuevas provincias debe hacerse de acuerdo al grado de endemismo, el cual no debe ser inferior al 10%. Sin embargo, Boltovskoy (1979) da una gran importancia a las especies bentónicas características y a su abundancia, las cuales dependerían principalmente de la distribución de las masas de agua. La Isla de Pascua está influenciada por movimientos débiles de agua fría subantártica de la Deriva de los Vientos del Oeste y por el agua subtropical de la corriente Sudecuatorial (DiSalvo *et al.*, 1988). La presencia de especies de aguas subantárticas (*Bolivina costata*, *Buccella peruviana*, *Ehrenbergina pupa* y *Nonionella auris*) en la isla podría explicarse diciendo que ellas fueron transportadas en forma suspendida por corrientes oceánicas. Según Hayward (1990) y Hayward *et al.* (1997) este método parece ser el más apropiado para la dispersión de foraminíferos bentónicos de aguas someras. Esto mismo ocurriría también con las especies de aguas cálidas como *Amphistegina lessonii*, *Hanzawaia concentrica*, *Discorbis mira*, *Heterostegina depressa*, *H. suborbicularis*, *Amphisorus hemprichii*, *Peneroplis pertusus*, *P. planatus*, *P. proteus*, *Sorites marginalis*, *Spirolina arietina*, *Spiroloculina antillarum* y otras.

Para Briggs (1974), quien realizó una de las mayores divisiones zoogeográficas marinas, considera a Isla de Pascua como una provincia dentro de la Región Indo-Occidental Pacífico. Asimismo, Moyano (1983) basándose en los bryozoos también reconoce a esta isla como una provincia zoogeográfica. A su vez, Zapata (1999) menciona que Isla de Pascua podría constituir una nueva provincia foraminiferológica para el mar chileno. Los resultados del presente trabajo confirmarían lo anteriormente señalado, a pesar de que el endemismo no alcanza al 10%. Sin embargo, la presencia de especies características de aguas tropicales y subtropicales hacen de esta isla una porción de Chile muy diferente.

Resumiendo, se puede concluir lo siguiente: a) de las 133 especies reconocidas, 90 son citadas por primera vez para Isla de Pascua y de éstas, 65 hacen su primera aparición en aguas chilenas; b) se confirma lo estipulado por Zapata (1999) al considerar al mar chileno con tres provincias foraminiferológicas (Peruano-Chilena, Magallánica e Isla de Pascua).

BIBLIOGRAFIA

Boltovskoy, E. 1963. Foraminíferos y sus relaciones con el medio. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Rev. Hidrobiol. 1 (2): 21-109.

Boltovskoy, E. 1965. Los Foraminíferos Recientes. EUDEBA, Buenos Aires, 510 pp.

Boltovskoy, E. 1976. Distribution of Recent Foraminifera of the South American Region. In: Hedley, R.H. & Adams, C.G. (eds.). Foraminifera 2: 171-236, Academic Press, London.

Boltovskoy, E. 1979. Paleooceanografía del Atlántico Sudoccidental desde el Mioceno, según estudios foraminiferológicos. Ameghiniana 16: 357-389.

Boltovskoy, E. & H. Lena 1966. Foraminíferos Recientes de la zona litoral de Pernambuco (Brasil). Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Rev. Hidrobiol. 1 (8): 269-367.

Boltovskoy, E. & S. Watanabe 1975. Foraminíferos planctónicos en sedimentos del Pacífico entre la Isla de Pascua y los 52º S. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Rev. Hidrobiol. 1 (8): 65-77.

Briggs, J. 1974. Marine Zoogeography. McGraw-Hill Book Co., USA, 475 pp.

Castilla, J. 1987. Islas Oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de Investigación. Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago. 353 pp.

Colom, G. 1974. Foraminíferos Ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes. Inv. Pesq. 38 (1): 1-245.

Cushman, J. & R. Wickenden 1929. Recent Foraminifera from off Juan Fernández Islands. U.S. Nat. Mus., Proc., 75 (9): 1-15.

DiSalvo, L., Randall, J. & A. Cea 1988. Ecological reconnaissance of the Easter Island sublittoral marine environment. Nat. Geogr. Res. 4 (4): 451-473.

Hayward, B. 1981. Foraminifera in near-shore sediments of the eastern Bay of Islands, New Zealand. Tane 27: 123-134.

Hayward, B. 1990. Taxonomy, paleogeography and evolutionary history of the Bolivinellidae (Foraminiferida). New Zealand Geol. Survey Paleontol. Bull. 63, 132 pp.

Hayward, B. & R. Grace 1981. Soft bottom macrofauna and foraminiferal microfauna off Cuvier Island, north-east New Zealand. Tane 27: 43-54.

Hayward, B., Hollis, C. & H. Grenfell 1997. Recent Elphidiidae (Foraminiferida) of the South-west Pacific and fossil Elphidiidae of New Zealand. Inst. Geol. & Nuclear Scienc. Monograph 16, Lower Hutt, New Zealand, 166 pp.

Hayward, B., Grenfell, H., Reid, C. & K. Hayward 1999. Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. Inst. Geol. & Nuclear Scienc. Monograph. 21. Lower Hutt, New Zealand, 264 pp.

Loeblich, A. & H. Tappan 1987. Foraminiferal genera and their classification. 2 vols., Van Nostrand Reinhold, New York, 1182 pp.

Moyano, H. 1983. Southern Pacific Bryozoa: A General View with emphasis on Chilean Species. Gayana Zool. 46: 81-96.

Skottsberg, C. (Ed.) 1920-1951. The Natural History of Juan Fernández and Easter Islands. Uppsala Almquist & Wikselle, 688 pp.

Zapata, J. 1999. Foraminíferos bentónicos recientes de Bahía Cumberland (33º41' S; 78º50' W), Archipiélago de Juan Fernández, Chile: aspectos zoogeográficos. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 70: 21-35.

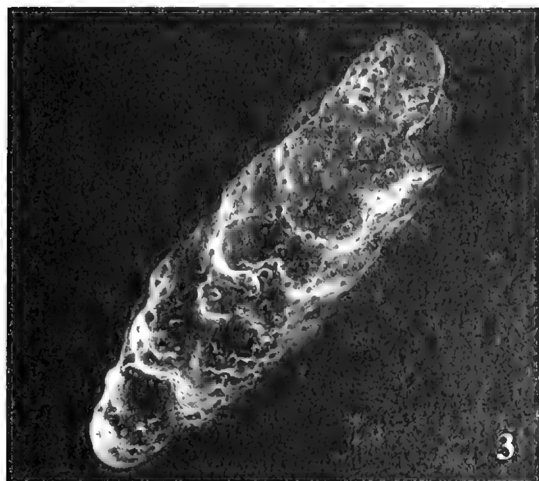
Zapata, J., Marchant, M. & J. Olivares 2000. Presencia y antecedentes del ciclo reproductivo de *Tretomphalus bulloides* (Orbigny, 1839) (Foraminifera: Rosalinidae) en islas oceánicas chilenas. Gayana 64 (1): 63-69.

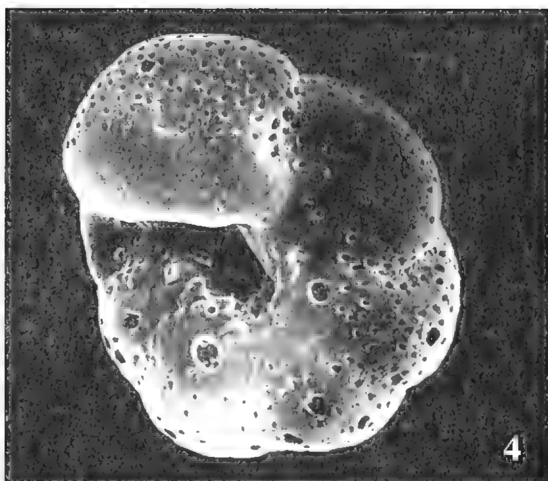
Zapata, J. & R. Castillo 1986. Tanatocenosis de foraminíferos planctónicos sedimentados en Bahía Cumberland (33º41' S; 78º50' W), Chile. Biota 2: 51-63.

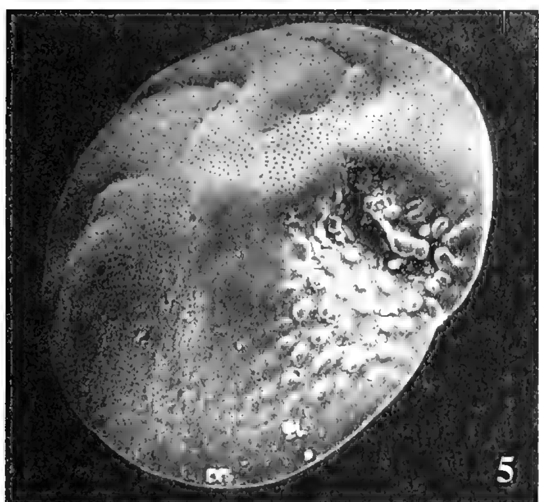
Zapata, J. & A. Gutiérrez 1995. Foraminíferos litorales Recientes de Tocopilla (22º06' S; 70º13' W), Chile. Estud. Oceanol. 14: 49-59.

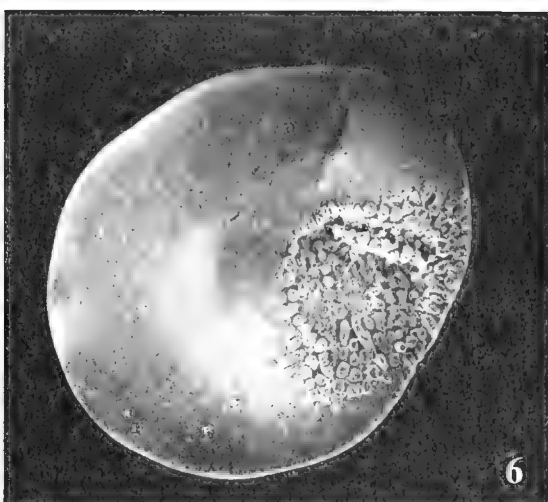
Zapata, J. & H. Moyano 1997. Foraminíferos bentónicos Recientes de Chile Austral. Gayana Zool. 68: 27-37.

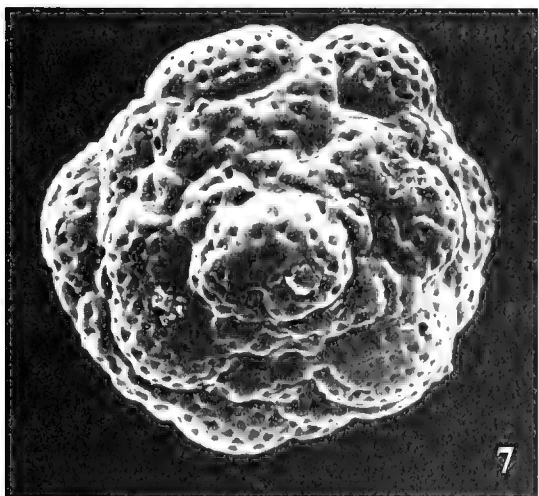
Zapata, J. & S. Varela 1976. Presencia en Bahía Cumberland (33º41' S; 78º50' W), Islas Juan Fernández, de *Fissurina radiata arcuata* Boltovskoy, 1961 (Foraminifera). Brev. Antar 1, Osorno-Chile, Ser. Hidrobiol. 1: 66-69.

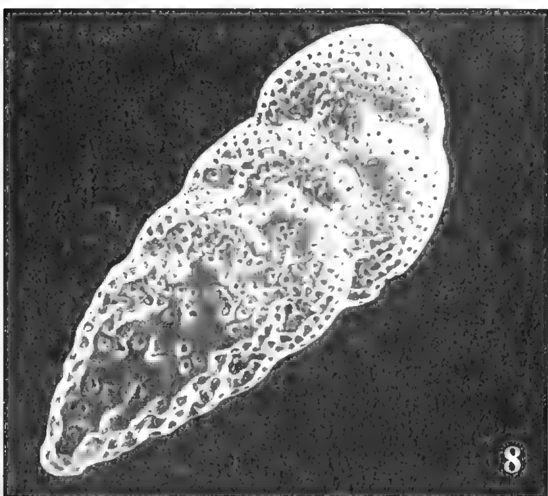




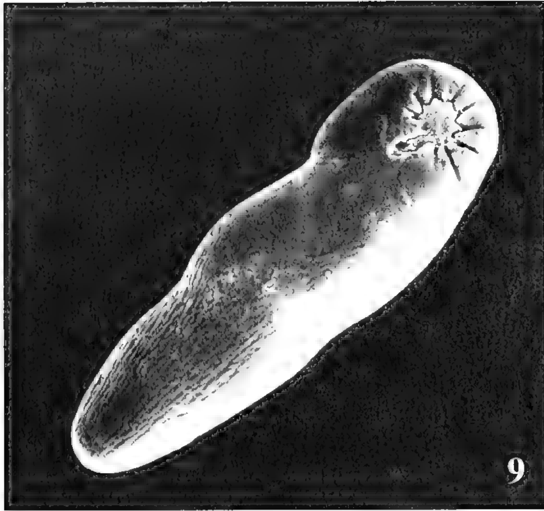


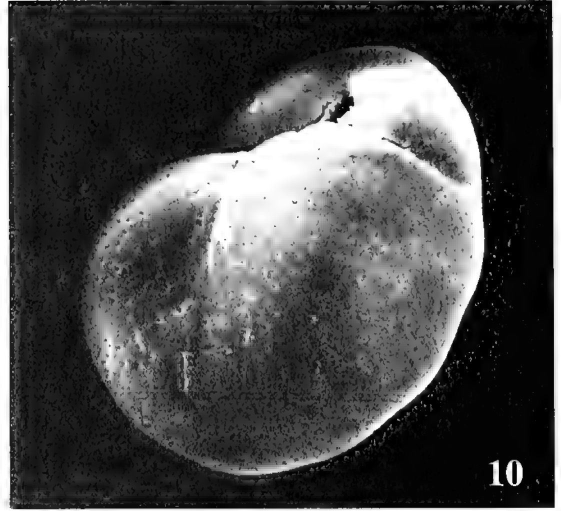


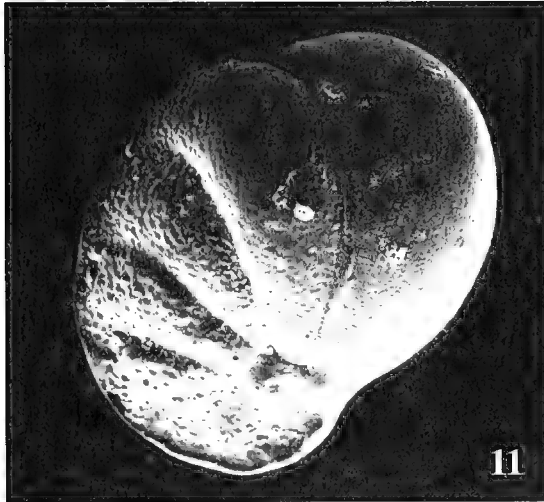


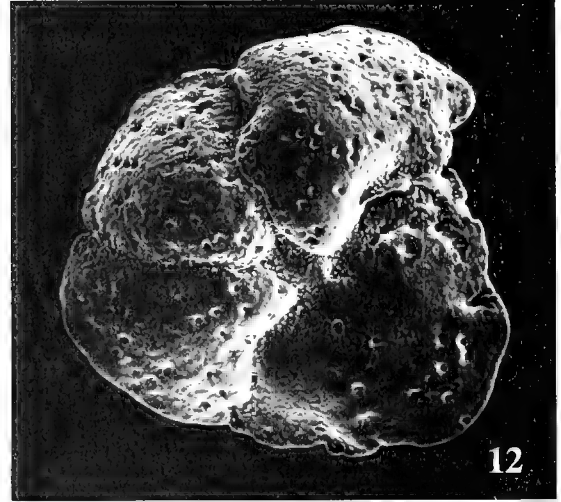


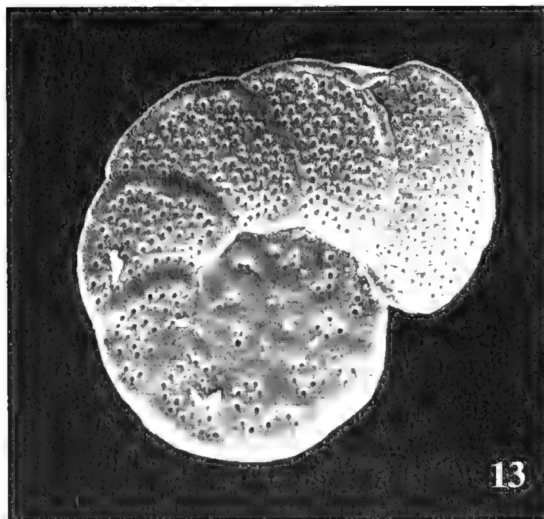
FIGURAS 3: *Acervulina inhaerens*; vista lateral (x 80). 4: *Svratkina australiensis*; vista ventral (x 200). 5: *Amphistegina lessonii fma. tumida;* vista ventral (x 200). 6: *Amphistegina lessonii fma. typica;* vista ventral (x 64). 7: *Rugidia simplex*; vista dorsal (x 240). 8: *Bolivina subexcavata*; vista lateral (x 152).

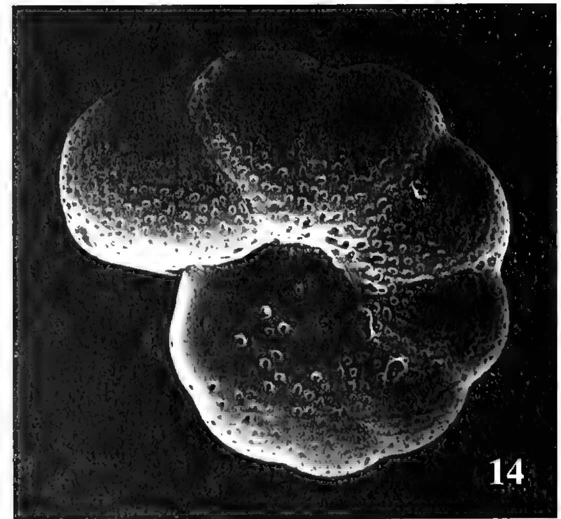




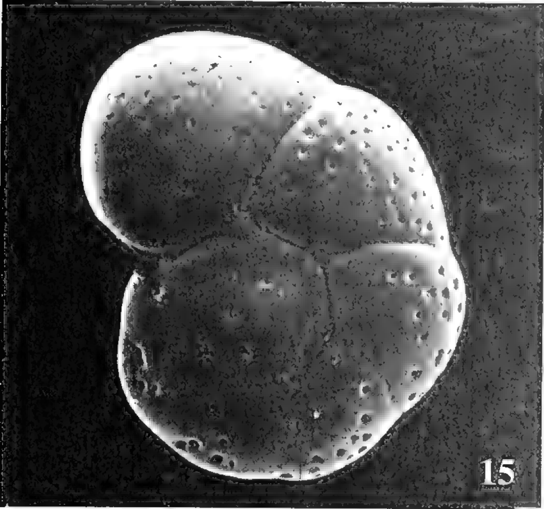


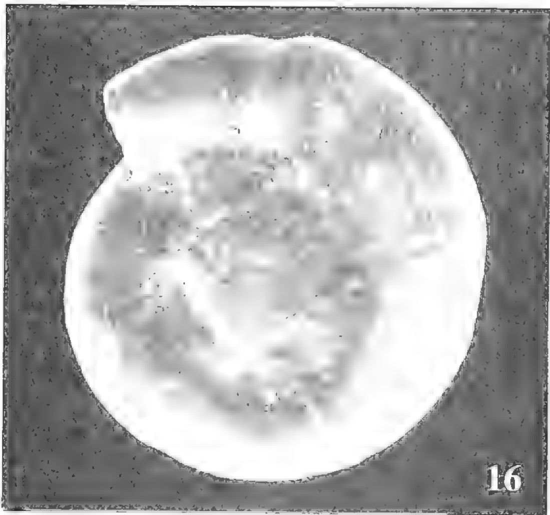


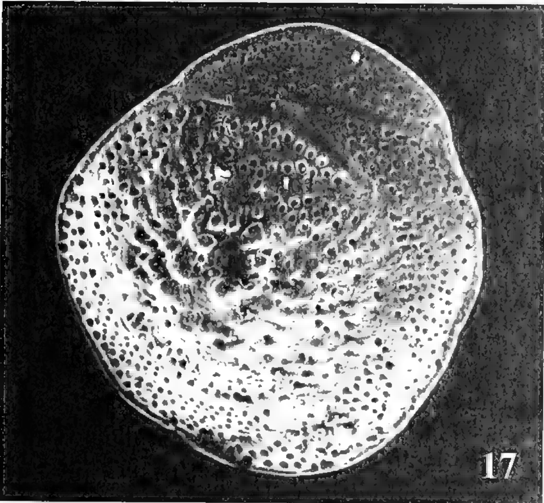


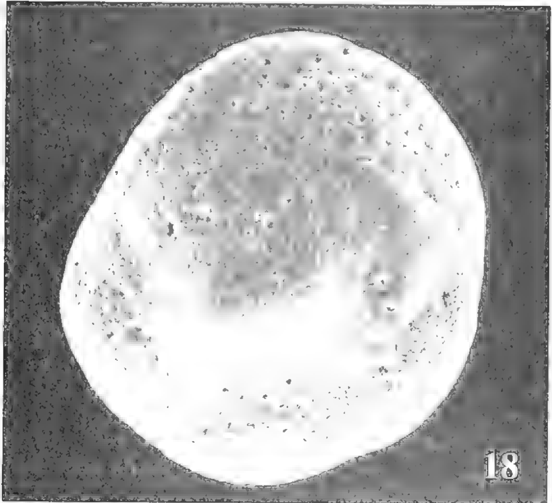


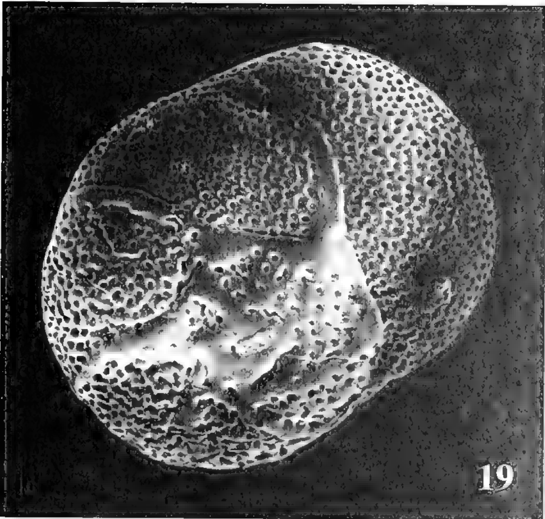
FIGURAS 9: *Buliminoides parallela*; vista ventral (x 280). 10: *Globocassidulina minuta*; vista ventral (x 360). 11: *Lamarckina ventricosa*; vista dorsal (x 128). 12: *Cibicides candei*; vista ventral (x 160). 13: *Cibicides corticatus*; vista dorsal (x 220). 14: *Cibicides sp.* "A"; vista dorsal (x 160).

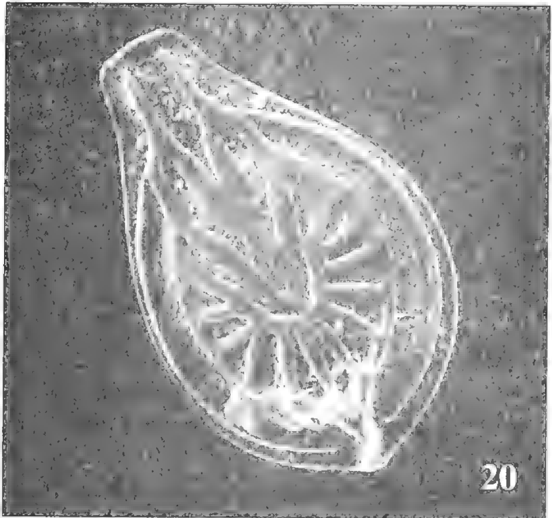




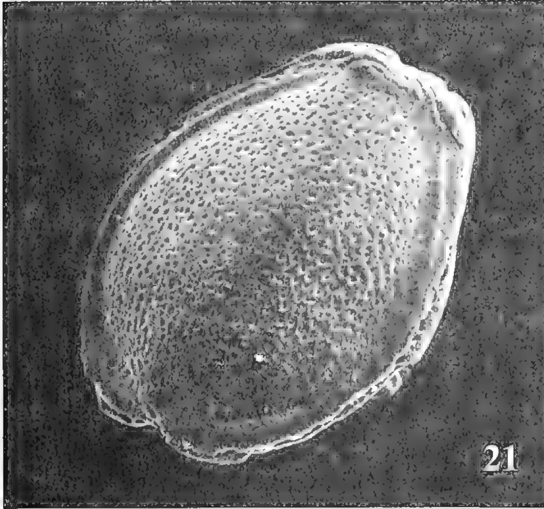


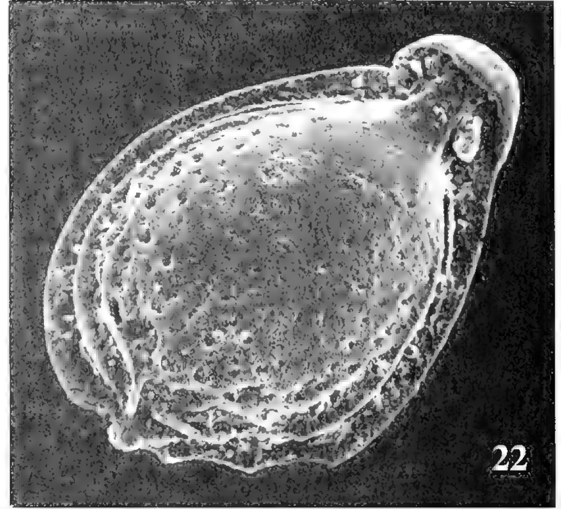


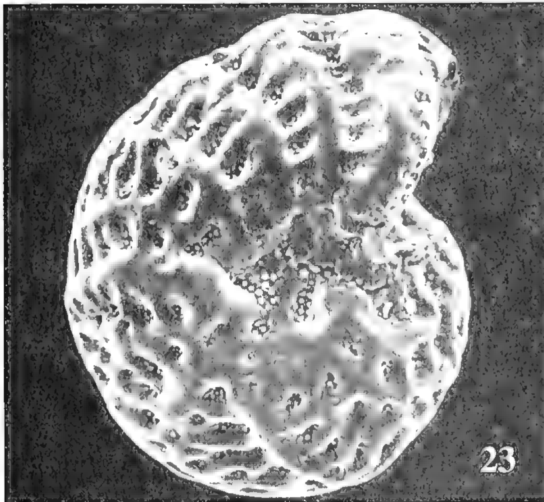


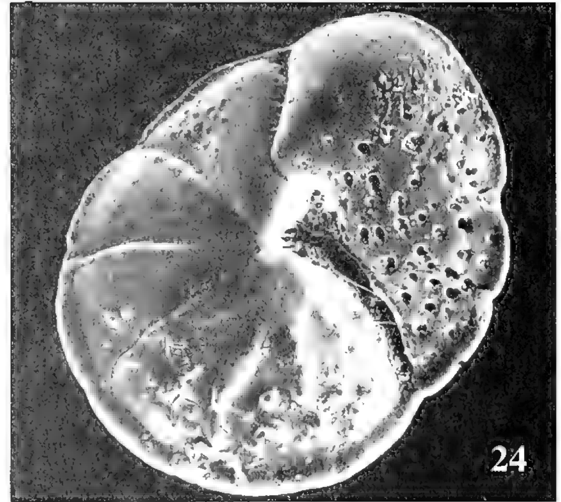


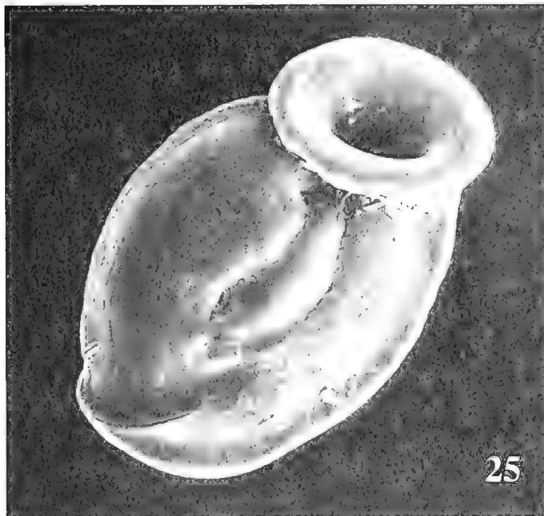
FIGURAS 15: *Cibicides sp.* "B"; vista dorsal (x 220). 16: *Cornuspira involvens*; vista lateral (x 280). 17: *Discorbis mira*, vista dorsal (x 128). 18: *Discorbis sp.* "A"; vista dorsal (x 255). 19: *Discorbis sp.* "B"; vista dorsal (x 176). 20: *Fissurina sp.* "A"; vista lateral (x 340).

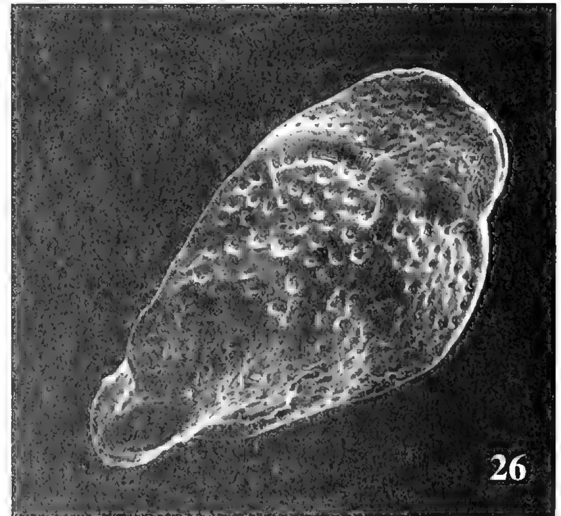




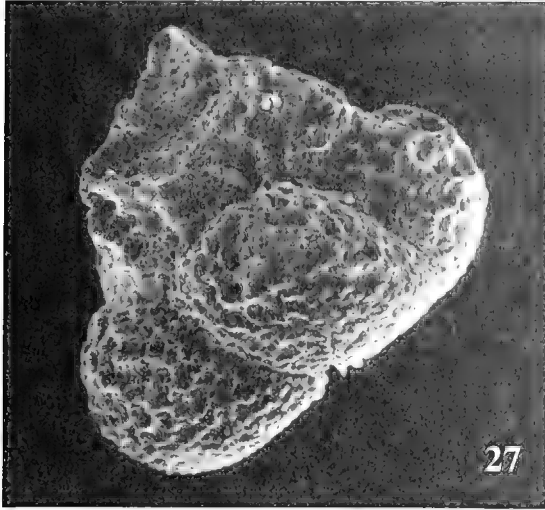


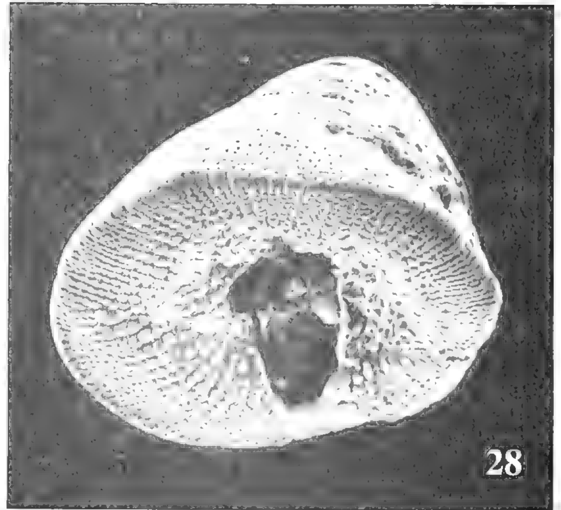


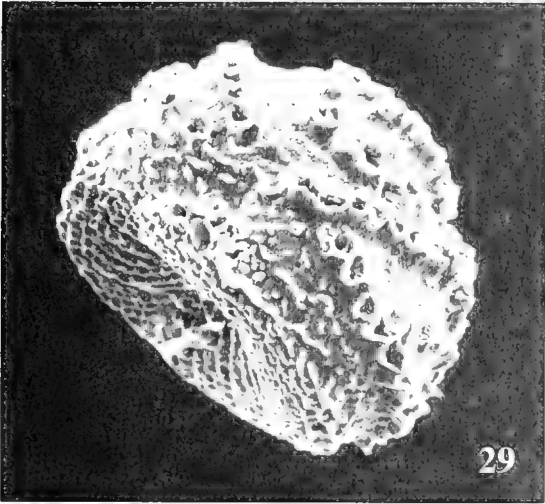


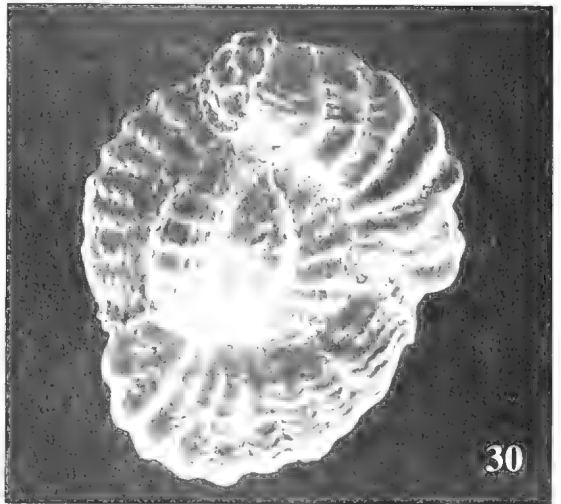


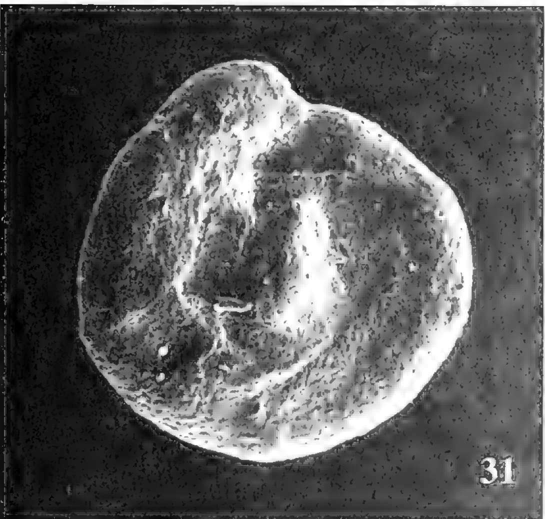
FIGURAS 21: *Fissurina sp.* "B"; vista lateral (x 200). 22: *Palliolatella sp.*; vista lateral (x 400). 23: *Elphidium reticulosum*; vista lateral (x 200). 24: *Poroeponides lateralis*; vista ventral (x 88). 25: *Wiesnerella auriculata*; vista fronto-lateral (x 320). 26: *Sigmavirgulina tortuosa*; vista lateral (x 220).

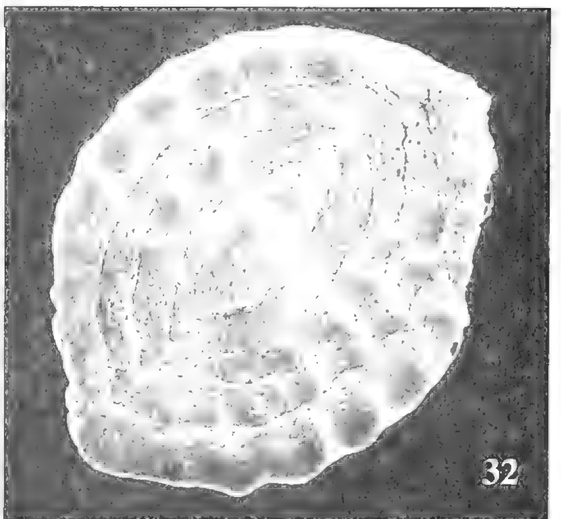




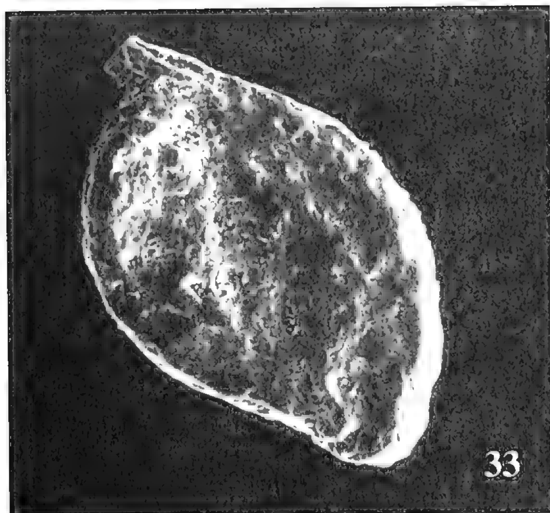


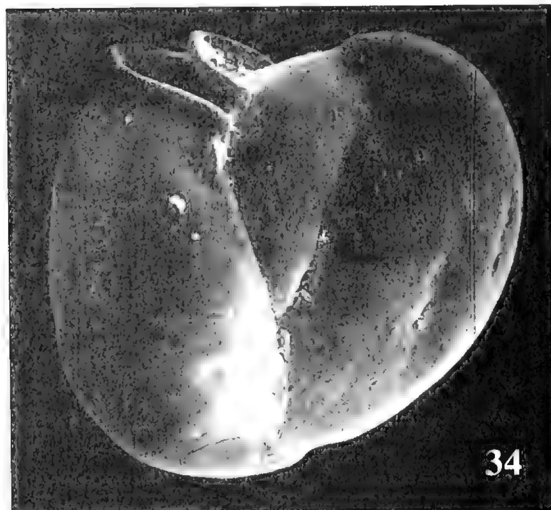


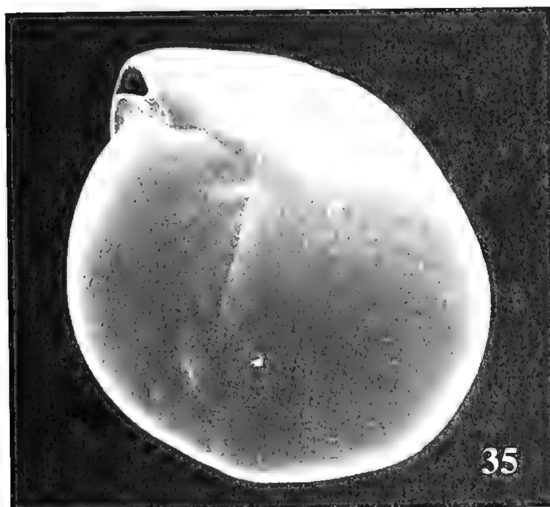


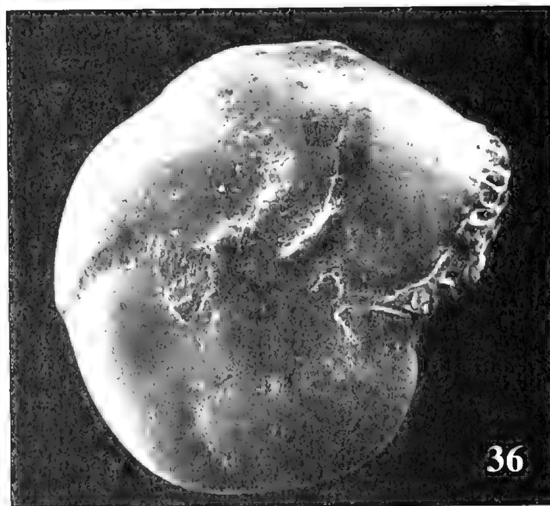


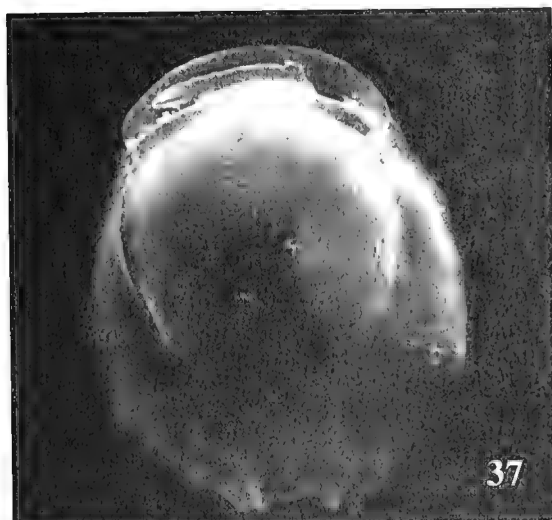
FIGURAS 27: *Conorbella corrugata*; vista lateral (x 400). 28: *Conorbella patelliformis*; vista ventro-lateral (x 240). 29: *Conorbella pulvinata*; vista lateral (x 300). 30: *Hauerina occidentalis*; vista lateral (x 112). 31: *Hauerina pacifica*; vista lateral (x 128). 32: *Massilina crenata*; vista lateral (x 200)

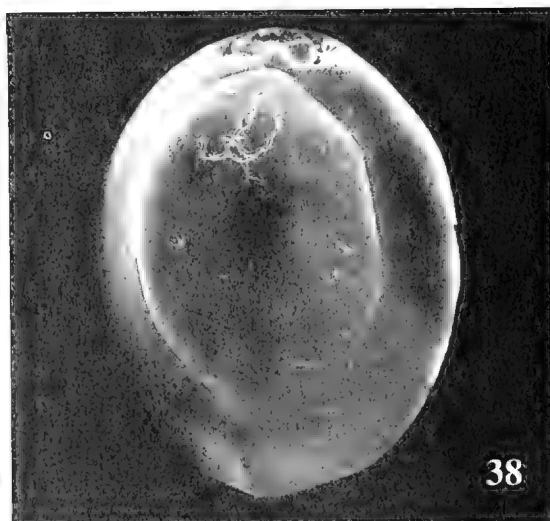




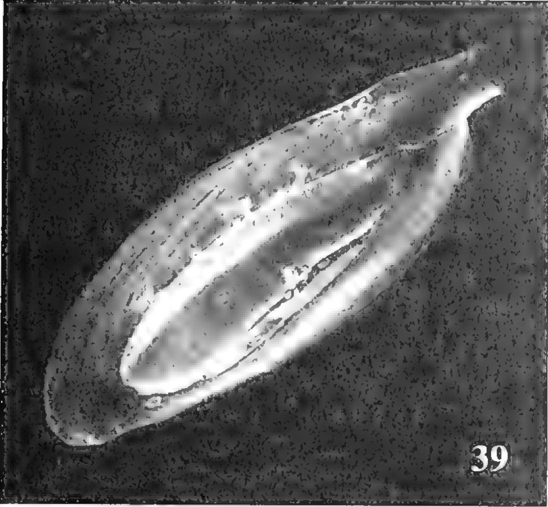


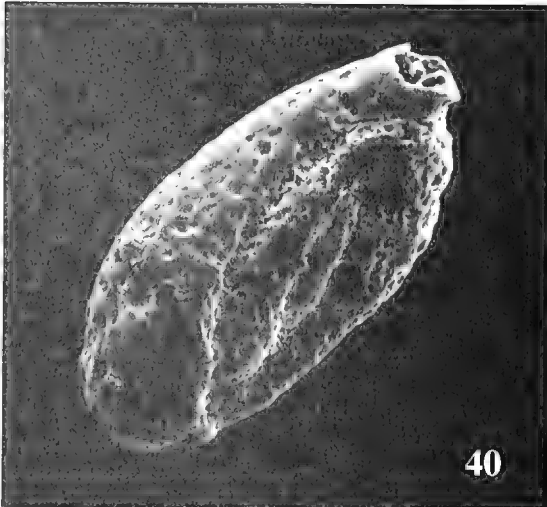


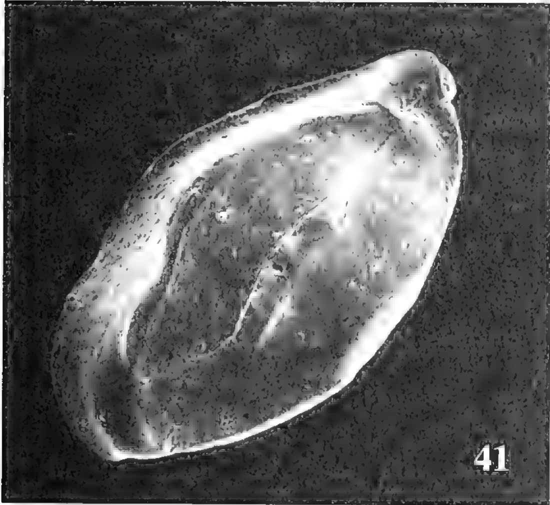


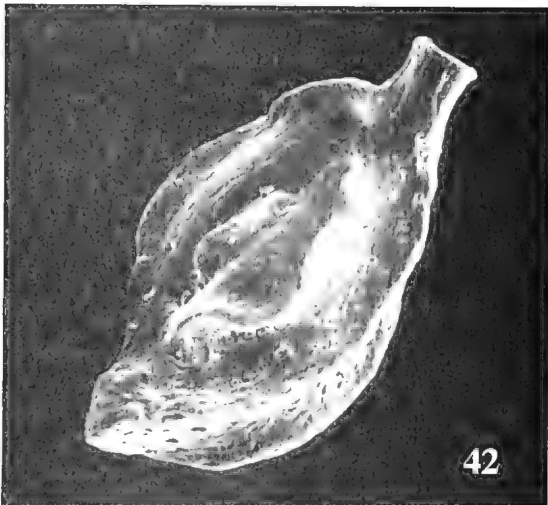


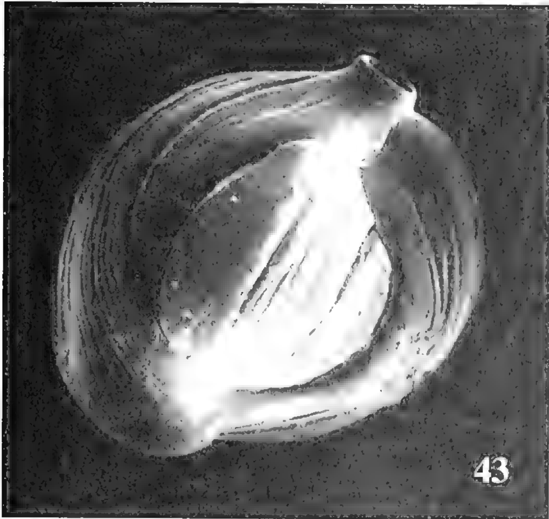
FIGURAS. 33: *Massilina pernambucensis*; vista lateral (x 200). 34: *Miliolinella labiosa*; vista lateral (x 160). 35: *Miliolinella lutea*; vista lateral (x 260). 36: *Polysegmentina circinata*; vista lateral (x 144). 37: *Pyrgo denticulata*; vista ventral (x 104). 38: *Pyrgo subsphaerica*; vista ventral (x 128).

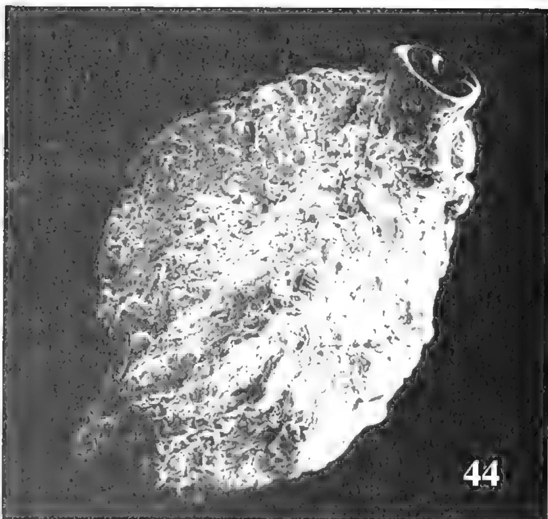




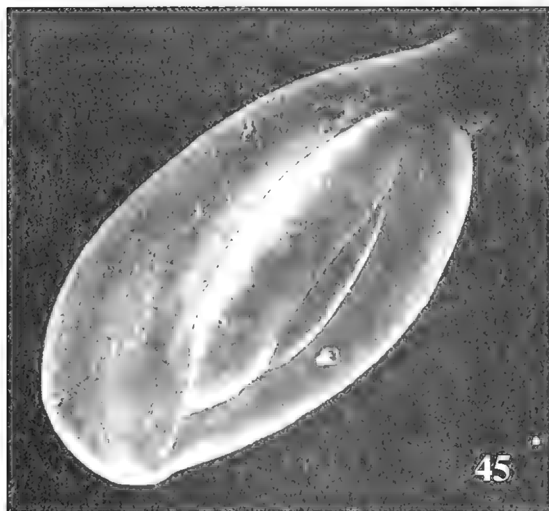


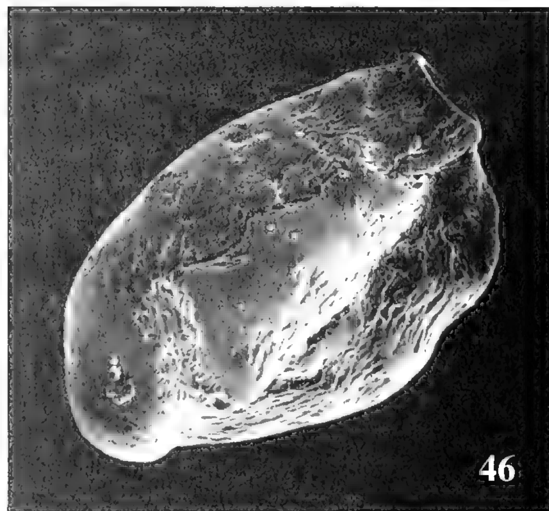


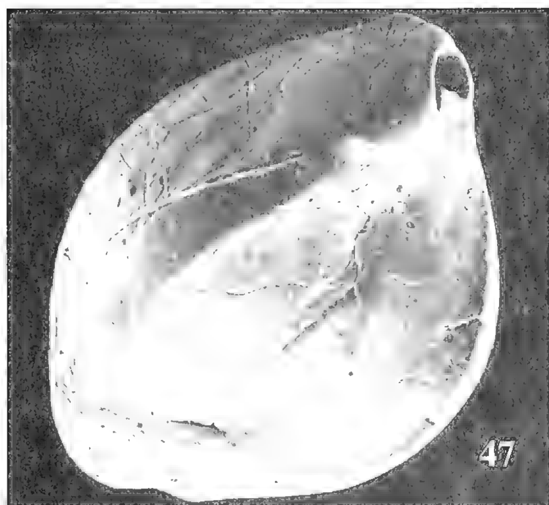


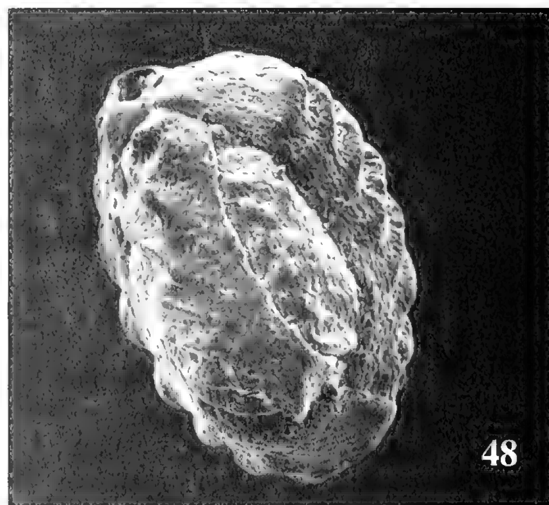


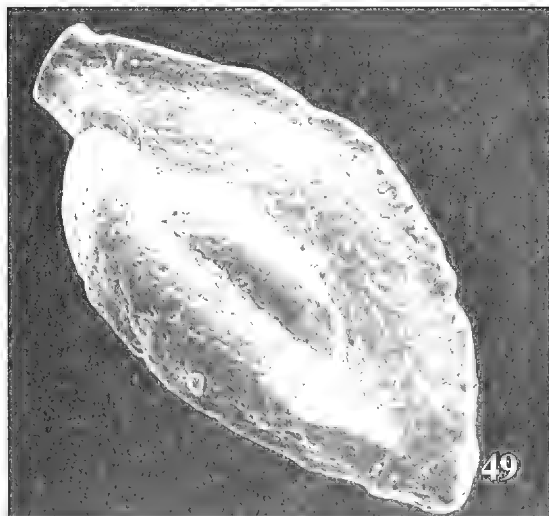
FIGURAS 39: *Quinqueloculina alabamensis*; vista lateral (x 160). 40: *Quinqueloculina anguina*; vista lateral (x 200). 41: *Quinqueloculina candeiana*; vista lateral (x 68). 42: *Quinqueloculina collumnosa*; vista lateral (x 160). 43: *Quinqueloculina cuveriana*; vista lateral (x 120). 44: *Quinqueloculina distorqueata*; vista lateral (x 104)

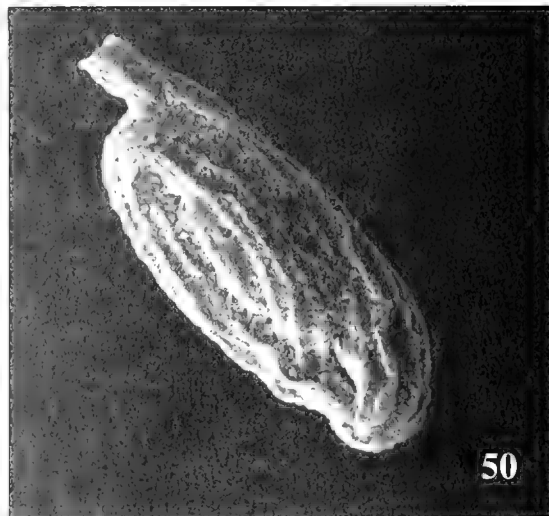




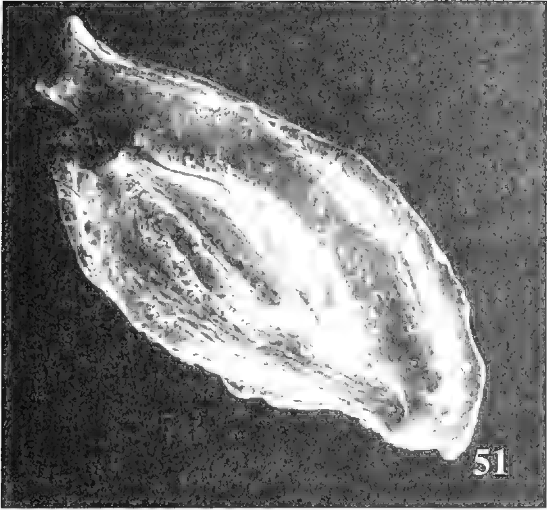


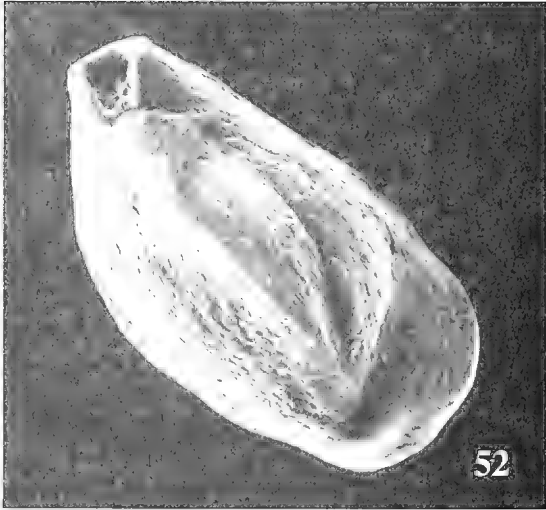


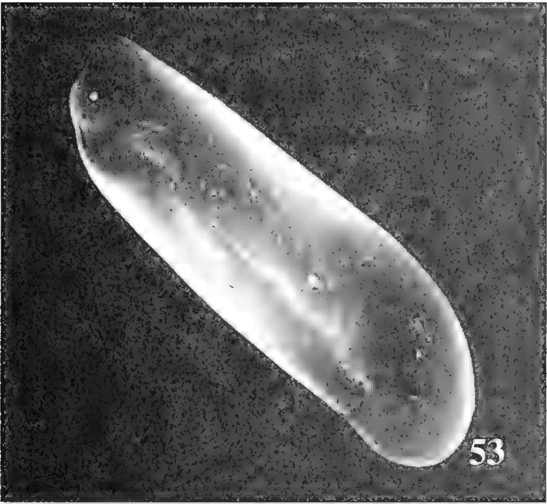


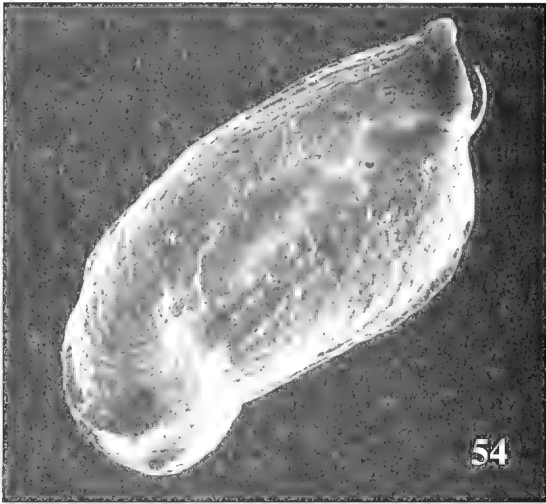


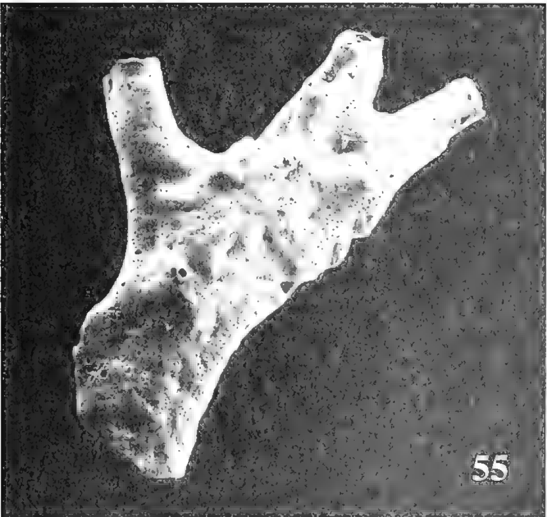
FIGURAS 45: *Quinqueloculina isabellei*, vista lateral (x 160). 46: *Quinqueloculina kerimbatica*; vista lateral (x 160). 47: *Quinqueloculina lamarckiana*; vista lateral (x 144). 48: *Quinqueloculina parkeri*; vista lateral (x 160). 49: *Quinqueloculina polygona*; vista lateral (x 160). 50: *Quinqueloculina subpoeyana*, vista lateral (x 224).

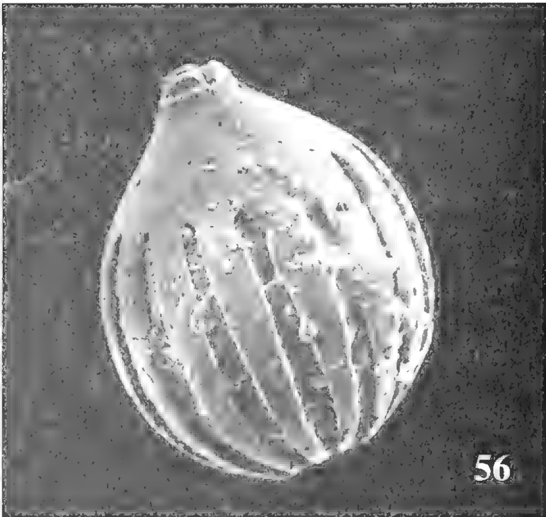




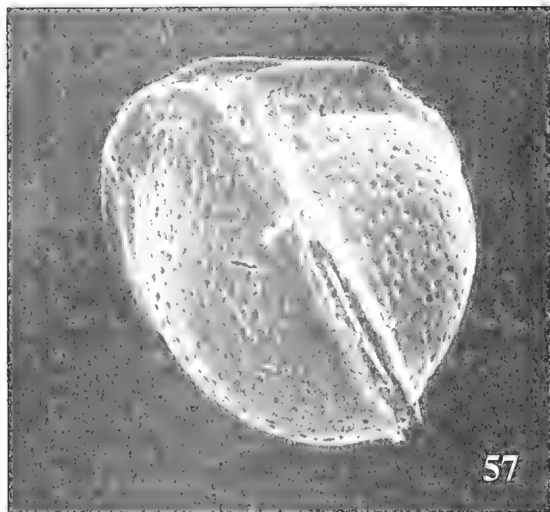


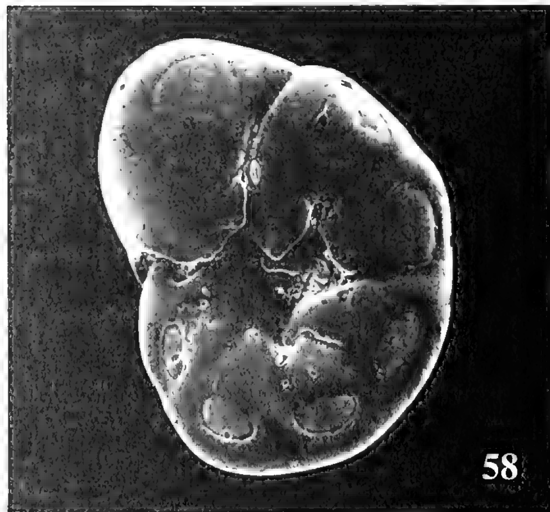


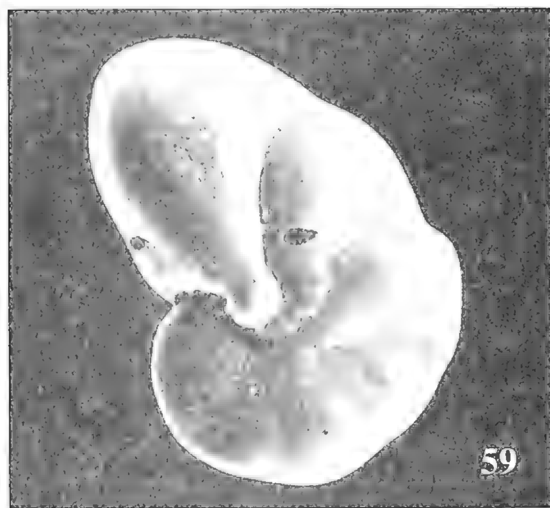


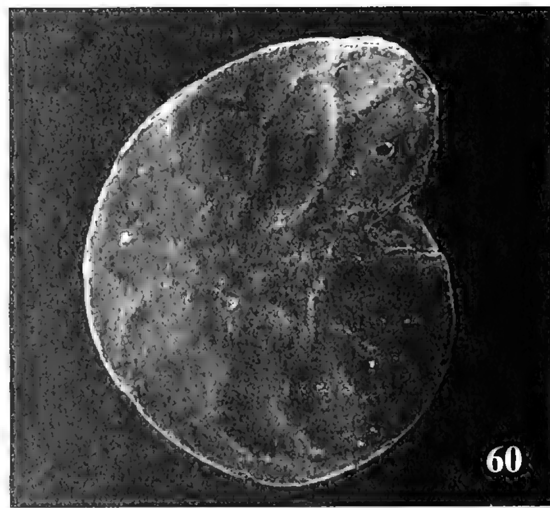


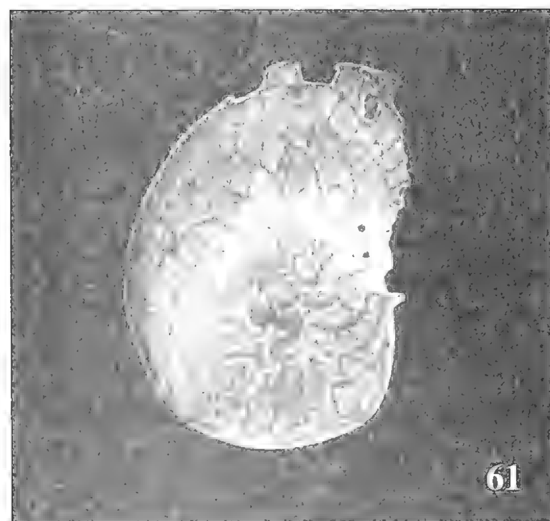
FIGURAS 51: *Quinqueloculina sulcata*: vista lateral (x 160). 52: *Triloculina berthelinana*: vista frontal (x 160). 53: *Triloculina laevigata*; vista lateral (x 128). 54: *Triloculina planciana*: vista lateral (x 160). 55: *Miniacina miniacea*: vista general lateral (x 60). 56: *Lagena sp.*; vista lateral (x 160).

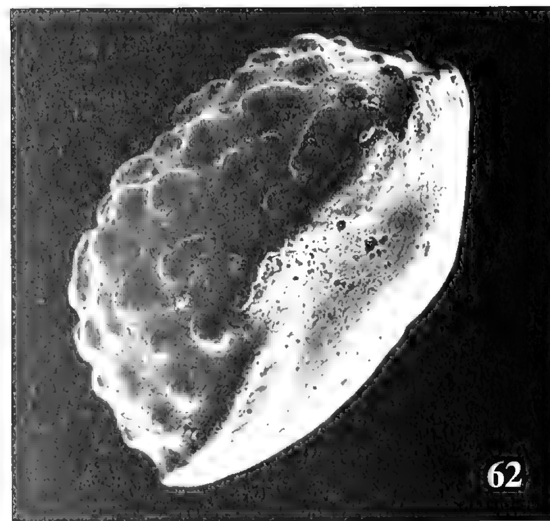




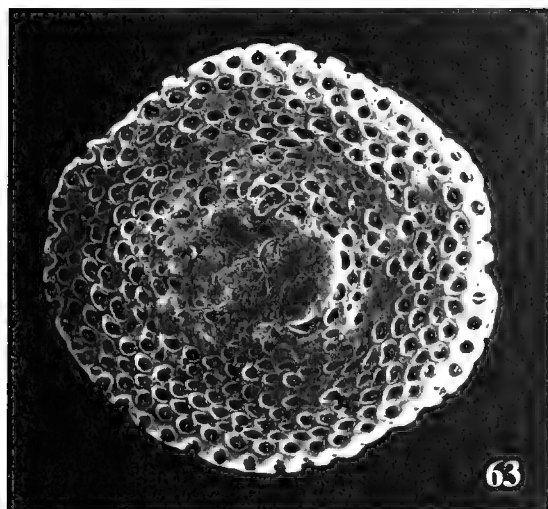


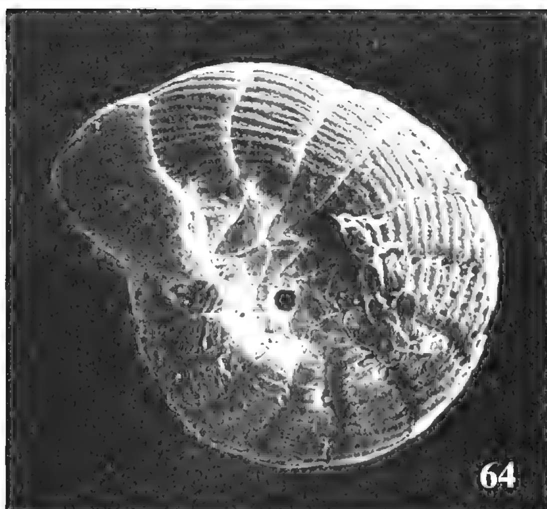


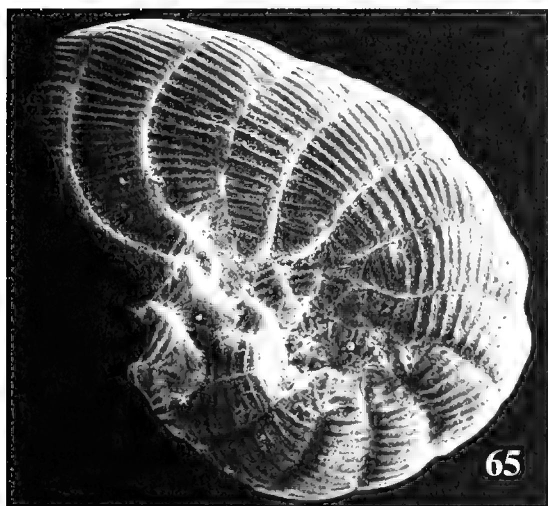


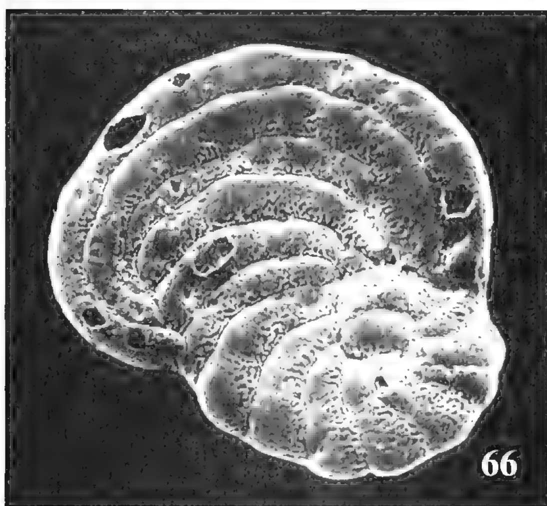


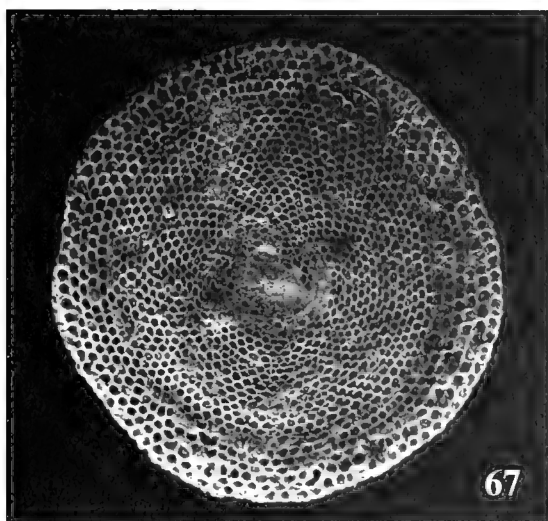
FIGURAS 57: *Lagena trigono marginata*; vista latero-abertural (x 260). 58: *Stomatorbina concentrica*; vista ventral (x 154). 59: *Nonionella miocenica*; vista lateral (x 240). 60: *Heterostegina depressa*; vista lateral (x 80). 61: *Heterostegina suborbicularis*; vista lateral (x 70). 62: *Sphaeroidina papillata*, vista lateral (x 104).

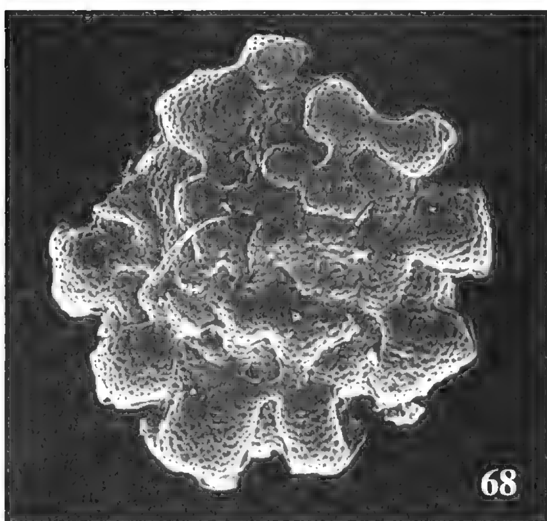






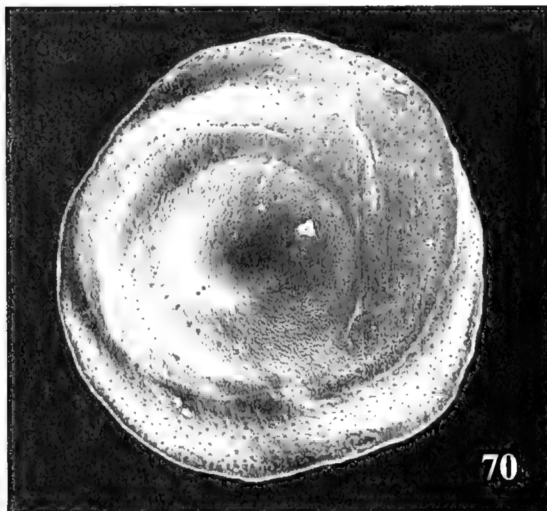


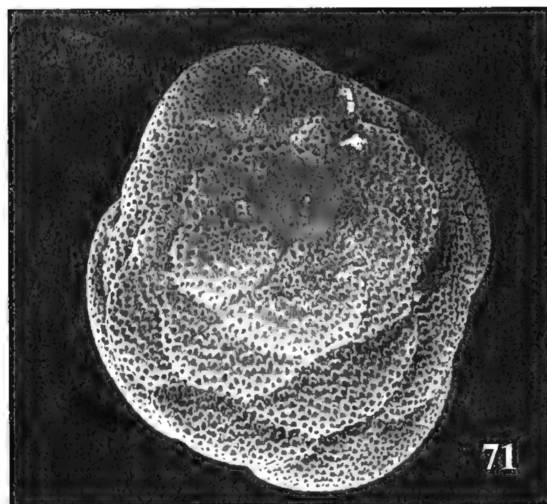


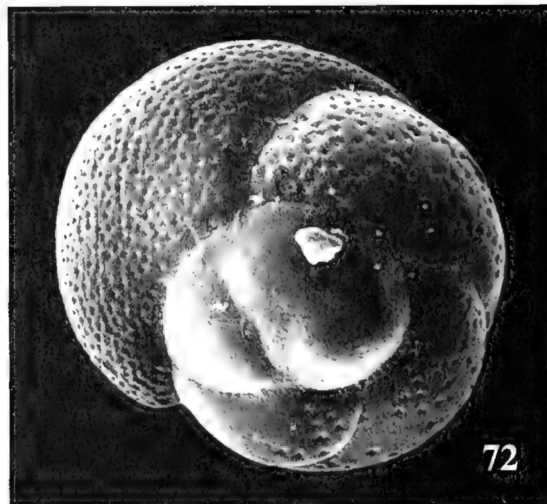


FIGURAS 63: *Amphisorus hemprichii*; vista lateral (x 52). 64: *Peneroplis pertusus*; vista lateral (x 96). 65: *Peneroplis planatus*; vista lateral (x 80). 66: *Peneroplis proteus*; vista lateral (x 200). 67: *Sorites marginalis*; vista lateral (x 24). 68: *Planorbulina acervalis*; vista ventral (x 104).

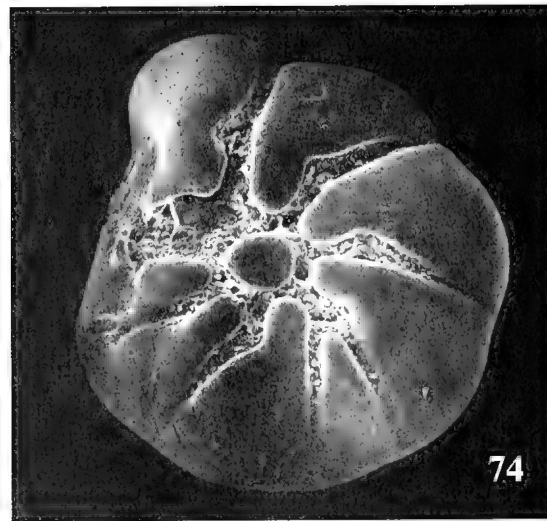




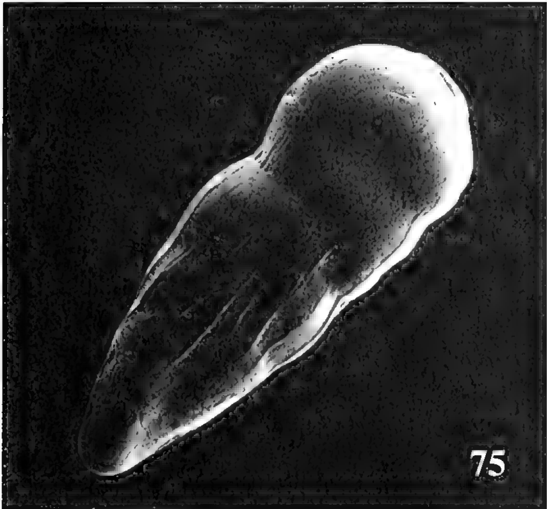


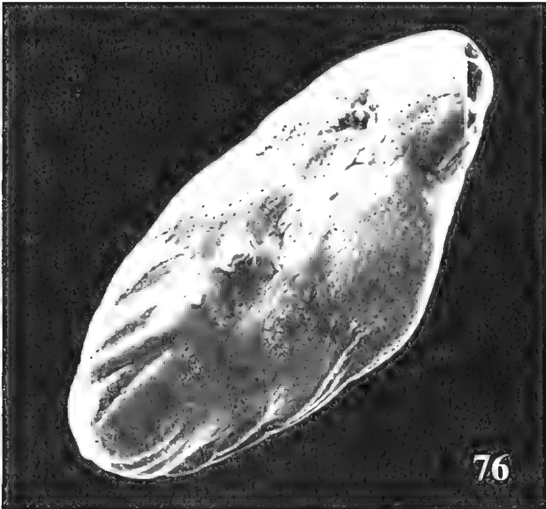


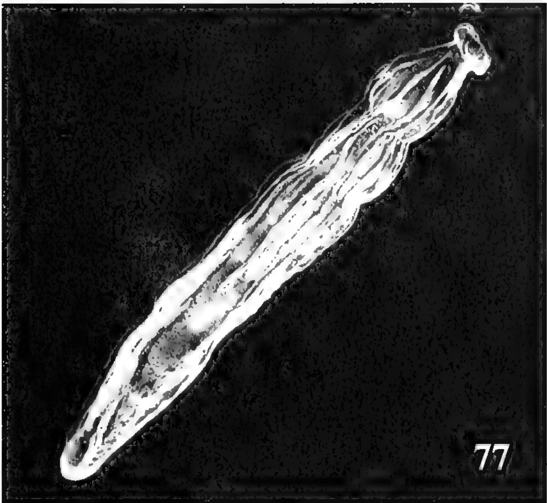


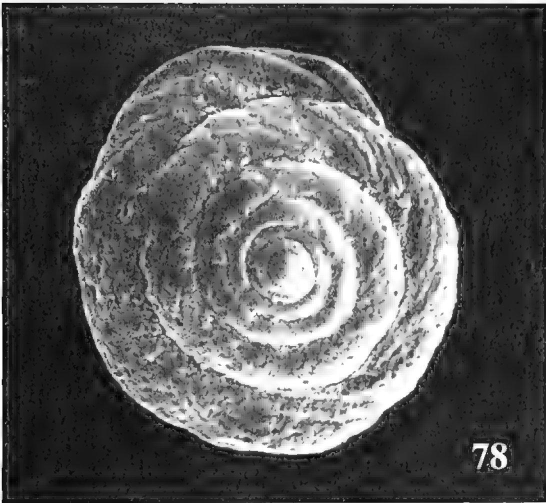


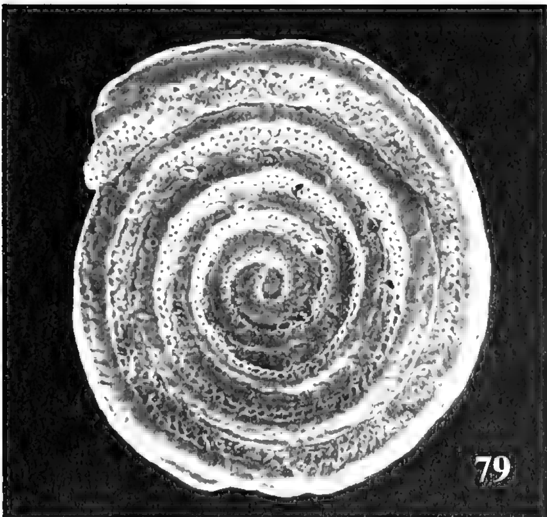
FIGURAS 69: *Reussella spinulosa*; vista frontal (x 112). 70: *Neocorbina terquemi*; vista dorsal (x 144). 71: *Tretomphalus bulloides*; vista dorsal de ejemplar microsférico (x 136). 72: *Tretomphalus bulloides*; vista dorsal de ejemplar megalosférico (x 240). 73: *Tretomphalus bulloides*; vista ventral de ejemplar megalosférico (x 240). 74: *Ammonia parkinsoniana*; vista ventral (x 220).

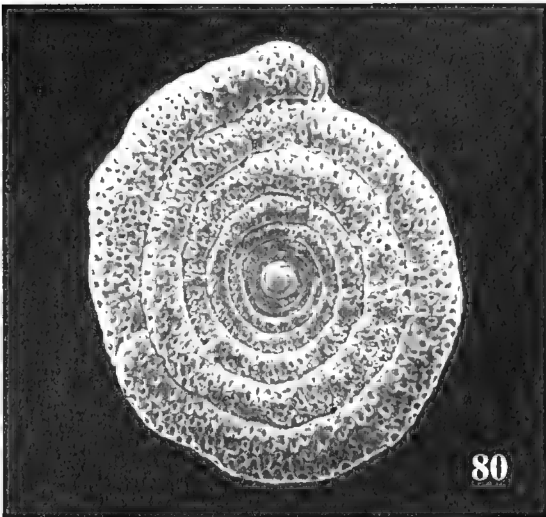




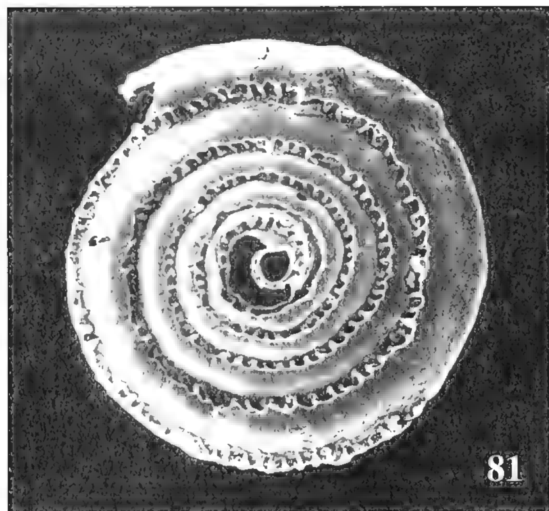


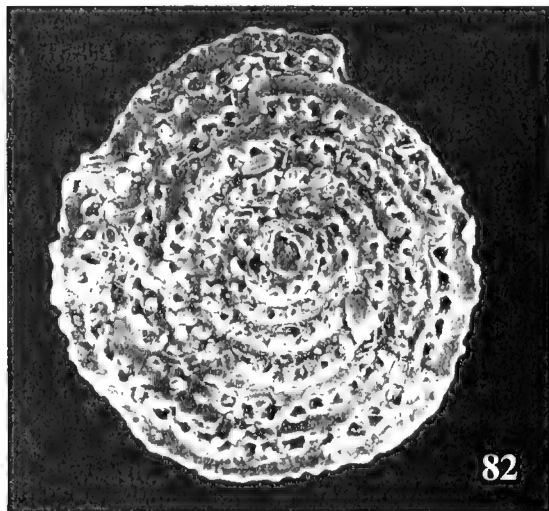




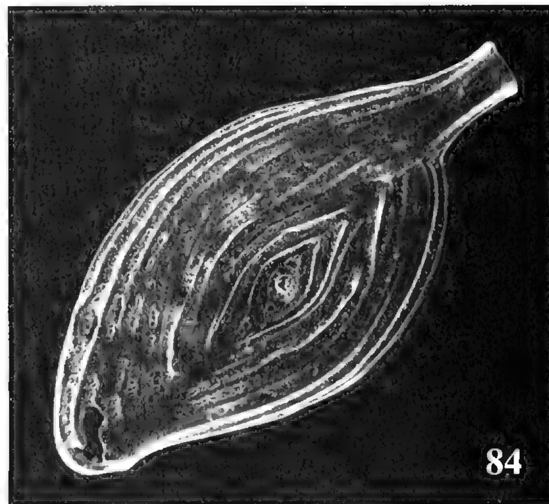


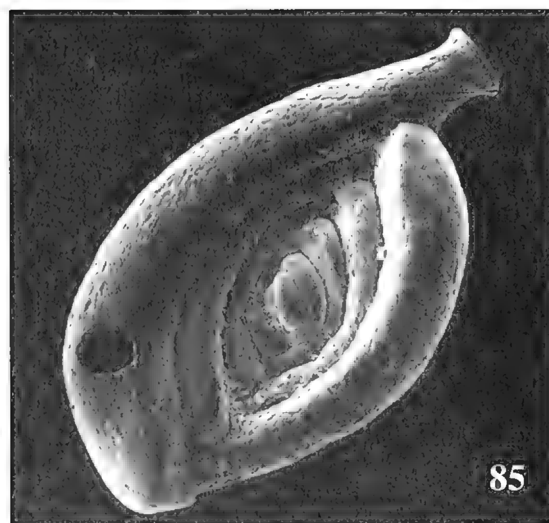
FIGURAS 75: *Loxostomum limbatum*; vista lateral (x 136). 76: *Loxostomum limbatum var. costulatum*; vista lateral (x 160). 77: *Siphogenerina raphana*; vista lateral (x 80). 78: *Spirillina cariacoensis*; vista lateral (x 400). 79: *Spirillina decorata*; vista lateral (x 144). 80: *Spirillina densepunctata*; vista lateral (x 160)

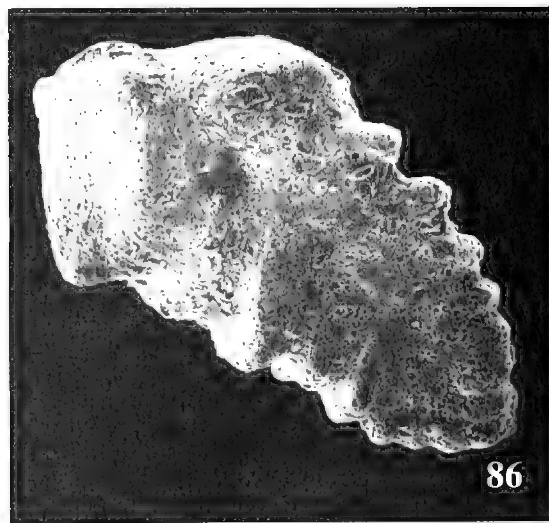




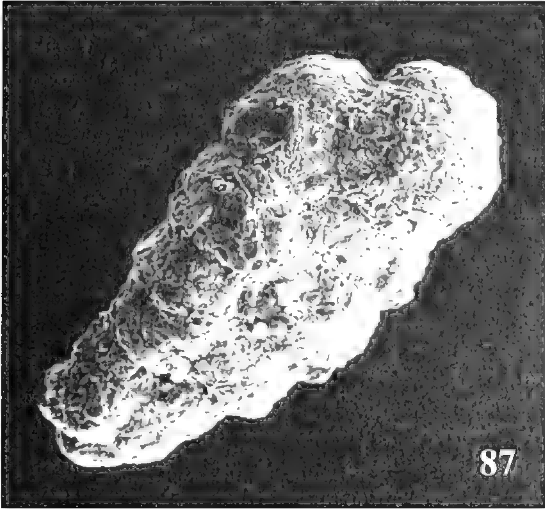


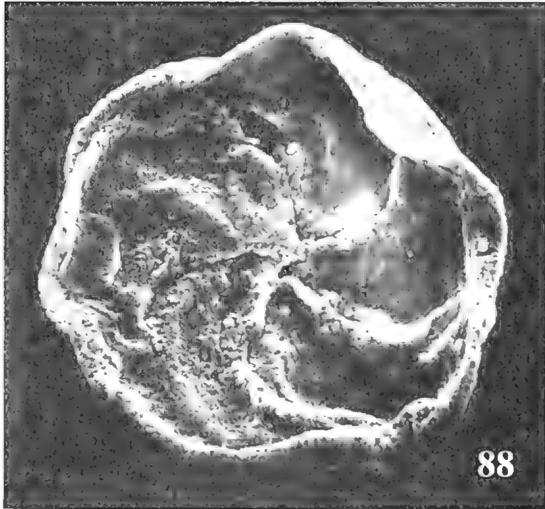


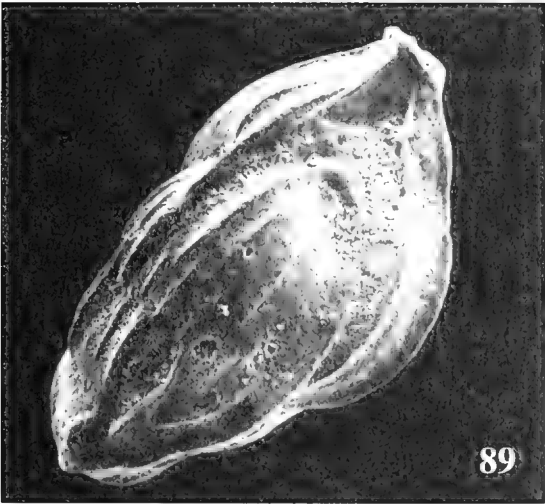


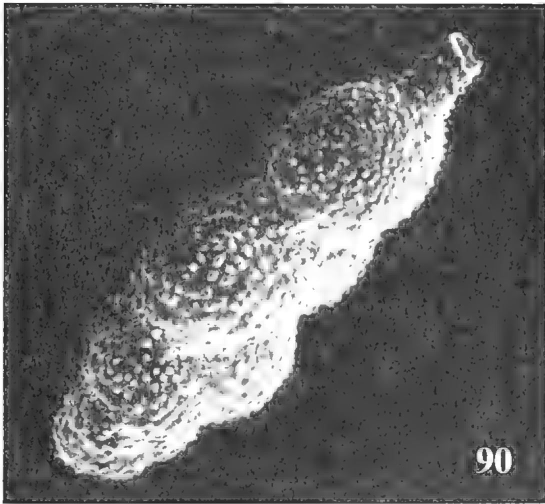


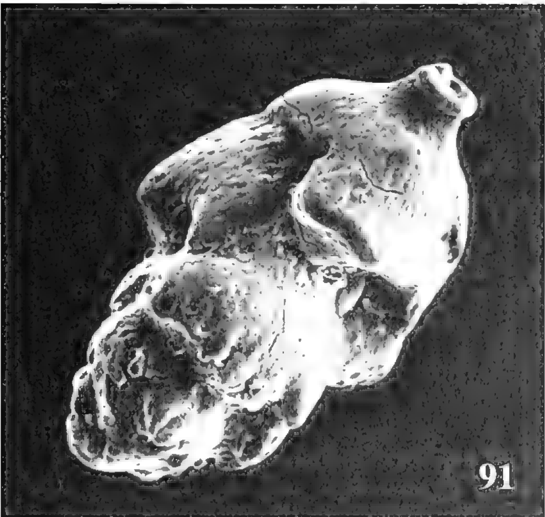
FIGURAS 81: *Spirillina limbata*; vista lateral (x 160). 82: *Spirillina sp.*; vista lateral (x 280). 83: *Spirillina vivipara*; vista lateral (x 160). 84: *Spiroloculina antillarum*; vista lateral (x 80). 85: *Spiroloculina caduca*; vista lateral (x 160). 86: *Siphotextularia sp.*; vista lateral (x 220).

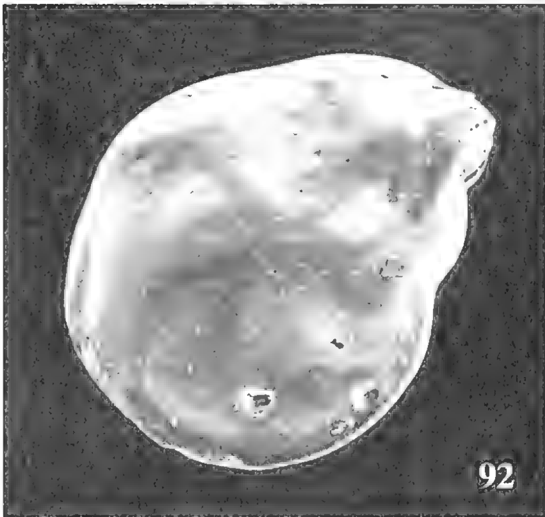












FIGURAS 87: *Textularia agglutinans*; vista lateral (x 192). 88: *Trochammina ochracea*; vista ventral (x 400). 89: *Trifarina angulosa*, vista lateral (x 220). 90: *Uvigerina auberiana*; vista lateral (x 240). 91: *Uvigerina sp.*; vista lateral (x 260). 92: *Lenticulina australis*; vista lateral (x 160).

REGLAMENTO DE PUBLICACION DEL BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION

El Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción publica trabajos científicos que tengan como base las ciencias biológicas en su sentido más amplio. Esta revista aparece en la forma de uno o más volúmenes al año constituidos por un número variable de trabajos. El idioma oficial de esta publicación es el español, reservándose el editor el derecho de autorizar la publicación en otras lenguas.

Los trabajos publicados deberán ser previamente expuestos en una Sesión de Lectura de la Sociedad de Biología de Concepción, por el Socio interesado o su representante. Las contribuciones son de dos categorías: trabajos propiamente tales y notas científicas. Los trabajos mayores son aquellos cuyo manuscrito tiene una extensión mínima de seis (6) páginas y máxima de treinta (30) páginas tamaño oficio dactilografiadas a espacio y medio. Las notas científicas son trabajos de menos de seis (6) páginas dactilografiadas. En todo caso, el editor decidirá su clasificación.

Los trabajos mayores y las notas se publicarán a dos columnas. Los primeros deberán contar a lo menos con las siguientes partes: Título en el lenguaje original, Título en inglés, Nombre del Autor(es) y Lugar(es) de Trabajo, Resumen, Abstract, Keywords, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Bibliografía. Las notas por su menor extensión podrán no indicar explícitamente algunas de estas partes, aunque siempre deberán llevar Título, Keywords, Bibliografía, Resultados.

Tanto las notas como los trabajos mayores serán enviados a revisión por pares. Los autores recibirán de vuelta los trabajos con las correcciones sugeridas, debiendo ajustar sus manuscritos a esas sugerencias. La aceptación definitiva de un manuscrito dependerá de la evaluación de los pares y de su posterior modificación por parte del autor si así fuere necesario.

Ocasionalmente podrá el Directorio de la Sociedad de Biología de Concepción autorizar la dedicación de un volumen completo a un trabajo de gran envergadura si la calidad e importancia de éste lo justificaren.

Características que deben reunir los manuscritos para ser aceptados por el Editor

1. Ser expuestos previamente en una Reunión de la Sociedad de Biología de Concepción.
2. Cada manuscrito entregado con dos copias carbón o xérox debe ser escrito a espacio y medio, con margen superior a 2 cm, por todos los contornos de la página. Debe incluir las diversas secciones mencionadas más arriba e indicar precisamente dónde deben ir figuras, láminas, tablas, gráficos.
3. Si el trabajo incluye Tablas, éstas deben ir numeradas correlativamente con números romanos, indicando su lugar en el manuscrito. Cada Tabla debe llevar una leyenda apropiada en la parte superior.
4. Las ilustraciones pueden ser dibujos de figuras o gráficos y fotografías. Los primeros deben ser confeccionados con tinta china en papel diamante o papel blanco, grueso y de buena calidad. Deben ser numeradas correlativamente con números arábigos, ser convenientemente aludidas en el texto e indicarse su posición dentro del manuscrito. Las explicaciones de las figuras pueden ser dactilografiadas acompañando a cada figura dentro del texto o ser agrupadas en hojas aparte. Las fotografías deben ser bien contrastadas y en papel brillante.
5. Tanto las fotografías como los dibujos pueden aparecer separadamente en el texto o reunirse en láminas que pueden intercalarse en el texto o agruparse al final del mismo. Para los efectos de reducción de láminas o figuras debe tenerse en cuenta que el tamaño útil máximo de una página impresa es de 21 cm de alto por 15 cm de ancho, con una diagonal de 26 cm. Se recomienda que el tamaño de las láminas entregadas en el original no exceda del

doble de la diagonal indicada más arriba. Si la explicación de las figuras de la lámina va al pie de la misma, el espacio necesario para ello debe considerarse dentro de las medidas indicadas. Al reverso de las figuras, fotografías o láminas debe inscribirse el nombre del trabajo, autor y número que le corresponda.

6. En el manuscrito deben subrayarse con línea continua sólo los nombres científicos de géneros, subgéneros, especies, subespecies, locuciones y diagnosis en latín.

7. No se publicarán palabras con todas las letras mayúsculas en el texto. Esta forma se reservará para títulos, subtítulos, abreviaturas de Instituciones y otros autorizados por el Editor. Los nombres de autores irán con mayúsculas y minúsculas sin subrayar.

8. En el manuscrito se debe indicar con absoluta claridad los títulos y subtítulos (dactilografiados ambos con mayúsculas). Las cabezas de párrafo que sea necesario destacar pueden indicarse imitando negrita si el manuscrito se hace con un procesador de texto o subrayando con línea cortada. La estructura final del manuscrito puede ser alterada respecto del original para acomodarse al estilo del Boletín.

9. La Bibliografía deberá incluir sólo las citas del texto. Estas deberán hacerse en la forma más abreviada posible, v. gr. Gómez (1981: 46), lo que indica autor, año y página; si son varios autores: Gómez *et al.* (1902:107). No debe indicarse en el texto referencias bibliográficas ni aludir a éstas por un número guía como se acostumbra en otras publicaciones. Si un autor tiene más de un trabajo en un mismo año, se les debe distinguir agregando letras consecutivas después del año, v. gr. Gómez (1946a: 49; Pérez, 1958c).

10. La lista de los autores aludidos en el texto debe llamarse Bibliografía. La forma de presentarla se ajustará en lo posible a los siguientes ejemplos:

a. Cita de libros y folletos:

Weisz. G. A. 1966. The Science of Biology. McCraw-Hill Book Co. USA. 879 págs.
Borror, J. D. y D. M. DeLong, 1966. An Introduction to the study of Insects. Holt, Rinehart & Winston. USA. 819 págs.

b. Artículos en revistas:

Androsova, E.I. 1972, Marine Invertebrates from Adelie Land, collected by the XIIth and XVth Antarctic Expeditions. 6, Bryozoa. Théthys suppl. 4: 87-102.

Banta, W. C. 1969. The body wall of the Cheilostomata bryozoa II. Interzoidal Communication Organs. J. Morph. 129 (2): 149-70.

c. Artículos de un autor en un libro de otro autor o editor:

Theodorides, J. 1963. Nématodes: 693-723, *In* Grassé, P.P. y A. Tétry (Eds.) Zoologie I. Encyclopédie de la Pléiade 14. Librairie Gallimard, Paris, 1.242 págs.

11. Los nombres de las revistas botánicas deben abreviarse de acuerdo al B-P-H *(Botanico-Periodicum-Huntianum).*

12. Si un trabajo, por alguna especial circunstancia, deba ser publicado en forma diferente a las disposiciones anteriores, el autor debe exponer su petición al Director Responsable del Boletín (el Editor).

Costos de Publicación

1. Los socios con sus cuotas sociales al día, que no tengan respaldo de proyectos institucionales y cuyos manuscritos fueren aceptados para publicación en el Boletín, recibirán 50 apartados libres de costos.

2. Los socios con respaldo de proyectos institucionales (universitarios, regionales, nacionales o internacionales) y cuyos manuscritos fueren aceptados para publicación en el Boletín, deberán cancelar US$ 15 por página impresa pagaderos antes de la entrega de los apartados. Cada socio, en este caso, recibirá 50 apartados de su trabajo libres de costo y con franqueo incluido.

3. Los no socios cuyos manuscritos fueren aceptados para publicación en el Boletín deberán cancelar US$ 15 por página impresa pagaderos antes de la entrega de los apartados. Cada autor, en este caso, tendrá derecho a 50 apartados libres de costo cuyo envío dentro del país ascenderá a US$ 5 y fuera del país a US$ 20.



Esta
publicación,
procesada por
Cosmigonon Ediciones,
se terminó de imprimir
en el mes de abril de 2001
en los talleres de
Impresora Trama
Talcahuano
Chile

SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION–CHILE

Fundada el 30 de abril de 1927, destinada a "fomentar la investigación en las diferentes ramas de las ciencias biológicas y la difusión de los conocimientos de esa ciencia". Sociedad afiliada a la "Societé de Biologie de Paris" desde 1928.

PUBLICACIONES DE LA SOCIEDAD

–Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción.
–Publicaciones Especiales de la Sociedad de Biología de Concepción.

CANJE

Deseamos establecer canje con todas las publicaciones similares.
We wish to establish exchange with all similar publications.
Wir wünschen den Austausch mit allen ähnlichen Zeitschriften.
On désire établir l'echange avec toutes les publications similaires.

CORRESPONDENCIA

Sociedad de Biología de Concepción
Casilla 4006, Correo 3
CONCEPCION–CHILE

BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BI
DE CONCEPCION - (CHILE
ISSN 0037-850X



VOLUME 71 YEAR 2000

CONTENTS